



Facultade de Medicina e Odontoloxía

Departamento de Medicina

LA VALORACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA: MÁS ALLÁ DEL FACTOR DE IMPACTO



Facultade de Medicina e Odontoloxía
Departamento de Medicina

LA VALORACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA: MÁS ALLÁ DEL FACTOR DE IMPACTO

Memoria que, para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Santiago de Compostela, presenta:

María Victoria Sánchez Costa

El Profesor Felipe Casanueva Freijo, Catedrático del Departamento de Medicina de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Santiago de Compostela,

CERTIFICA:

Que la presente Tesis Doctoral, titulada "*La Valoración de la Producción Científica: Más allá del Factor de Impacto*" de María Victoria Sánchez Costa, ha sido realizada bajo mi dirección en la Universidad de Santiago de Compostela, estimando que se encuentra concluida y en condiciones de ser presentada para optar al Grado de Doctor ante el Tribunal correspondiente.

Y para que así conste, firmo la presente autorización en Santiago de Compostela a 2 de noviembre de 2012

Fdo. Prof. Dr. Felipe Casanueva Freijo

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Felipe Casanueva, director de este trabajo, por su apoyo y dedicación.

Al Profesor José Ignacio Muñoz Barús por sus consejos y por la atención que me ha prestado.

Al Profesor Manuel Febrero Bande por su inestimable ayuda con el análisis estadístico.

A todos los demás, gracias.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	11
1.2. GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA	88
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	115
3. MATERIAL Y MÉTODOS	121
3.1. EVALUACIÓN DE LA USC	123
3.2. EVALUACIÓN DEL ISCIII	132
3.3. EVALUACIÓN CIBERobn	143
3.4. MÉTODO ESTADÍSTICO	156
4. RESULTADOS	157
4.1. RESULTADOS OBTENIDOS APLICANDO CRITERIOS DE CALIDAD OBJETIVA	176
4.2. RESULTADOS OBTENIDOS APLICANDO CRITERIOS DE CALIDAD OBJETIVA - GESTIÓN CIENTÍFICA	184

4.3. VALORACIÓN DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS UTILIZANDO CRITERIOS DE LA USC	191
4.4. VALORACIÓN DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS UTILIZANDO CRITERIOS DEL ISCIII	193
4.5. VALORACIÓN DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS APLICANDO CRITERIOS DEL CIBERobn	195
4.6. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES	197
4.7. CATEGORIZACIÓN DE LOS GRUPOS APLICANDO CRITERIOS DE CALIDAD OBJETIVA - GESTIÓN CIENTÍFICA	208
5. DISCUSIÓN	215
6. CONCLUSIONES	245
7. RESUMEN	253
8. BIBLIOGRAFÍA	255
SIGLAS	291

1. INTRODUCCIÓN

1.1. EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La actividad científica y los resultados que se derivan de ella sitúan a la ciencia en un lugar importante dentro de nuestra sociedad ya que se ha convertido en uno de los motores económicos de los países desarrollados. Conceptos como calidad, excelencia, responsabilidad pública, transparencia y eficacia están presentes al hablar de los procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) y de su financiación¹.

En los últimos años se viene planteando desde diversos ámbitos, y cada vez con más insistencia, la necesidad de evaluar el rendimiento de la actividad científica, así como su traslación a la sociedad con el fin de adecuar convenientemente la asignación de recursos destinados I+D+i.

Si bien la información científica ha sido proporcionada tradicionalmente por los propios científicos, los gestores demandan además evaluaciones globales y objetivas de la actividad científica, en todas sus manifestaciones, y de la forma más estructurada posible. Valorar de forma ecuatoriana los méritos

de la investigación es un reto todavía no resuelto²⁻⁴. La evaluación de las publicaciones científicas en términos de cantidad, calidad y relevancia se está convirtiendo, en algunos países, en un elemento esencial para la valoración de los procesos de investigación dependientes de financiación tanto pública como privada y de los procesos de promoción académica⁵⁻⁸. En este contexto se explica la popularidad de los indicadores bibliométricos aplicados a la evaluación científica, ya que se pueden presentar como indicadores objetivos.

La ciencia tiene un enorme impacto sobre todos los órdenes de la vida: económicos, culturales, sociales y políticos⁹. El interés por el desarrollo de la I+D+i se manifiesta en el incremento de estudios sobre políticas científicas y tecnológicas, la creación de instituciones de investigación, la formación de investigadores, el crecimiento de redes científicas y el análisis bibliométrico de la producción científica¹⁰⁻¹².

Para conseguir el crecimiento económico y el bienestar social, al mismo tiempo que fomentar el crecimiento de empleo y aumentar la competitividad internacional deben considerarse factores determinantes, el desarrollo y la interacción entre la ciencia, tecnología e innovación¹³.

Los sistemas de ciencia, tecnología e innovación son heterogéneos y complejos por lo que tanto su desarrollo como su difusión son difíciles de cuantificar^{9,13}. No existen modelos económicos convencionales para estimar el balance inversión – resultado en el proceso científico. Las inversiones en ciencia son tangibles, se pueden cuantificar con las mismas pautas que otras actividades (recursos financieros aportados, gastos originados y recursos humanos disponibles), pero los resultados de la ciencia son intangibles, multidimensionales y, prácticamente imposibles de cuantificar en términos económicos.

La “Ciencia” como objeto de estudio ha sido abordada desde diferentes perspectivas desde principios del siglo XX. Sin embargo, la obra de Bernal sobre la función social de la ciencia publicada en 1939 marca un punto de inflexión al presentar un estudio detallado de la interacción Ciencia - Sociedad¹⁴.

Para Spinak la evaluación desde la política científica es necesaria para conocer los recursos que la sociedad destina a la investigación y de los objetivos alcanzados¹⁵.

La evaluación de la actividad científica abarca tres momentos: la evaluación “ex ante”, la evaluación del proceso y la evaluación “ex post”¹⁴. La primera constituye una aproximación a los elementos económicos, sociales, científicos y tecnológicos de programas e

instituciones de investigación. La evaluación de proceso permite tomar decisiones en función de los resultados obtenidos en la evaluación continua y el tercer momento, la evaluación “ex post”, hace referencia a la evaluación de los procesos ya finalizados, abriendo una posibilidad de discusión sobre los resultados científicos, sociales y económicos obtenidos.

Existen tres niveles de análisis de investigación: el nivel micro, es un análisis individual, el nivel meso, analiza las acciones utilizando un enfoque estructural y el nivel macro que analiza los efectos directos e indirectos de la política científica. Desde un punto de vista estadístico, la ciencia y la tecnología han sido identificadas durante años como áreas especializadas y aisladas, cuyas estadísticas, en caso de utilizarse, eran empleadas por economistas especializados¹³.

En los años 30 del siglo XX, en la Unión Soviética se realizaron los primeros análisis de medición de la investigación utilizando datos estadísticos. En los años 50, tras una década de discretos intentos, la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos comienza a recabar datos estadísticos sobre I+D+i de las empresas norteamericanas¹⁶. La experiencia de la NSF influyó sobre otros países con economías de libre mercado, ejerciendo influencia en la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). En el año 1963 se celebró en Frascati, Italia, la

primera reunión de expertos en estadística de los países de la OCDE para analizar los métodos utilizados y los problemas técnicos de la medición de recursos dedicados a I+D+i. De esta reunión surgió el documento, “Metodología normalizada propuesta para las encuestas sobre investigación y desarrollo experimental”, que se denominó Manual de Frascati¹⁶. Este manual cuenta con varias ediciones, se considera la única guía internacional sobre normalización de datos estadísticos de I+D+i, recoge las definiciones de los conceptos utilizados y establece las directrices para diseñar los instrumentos estadísticos que permitan reflejar los recursos tanto económicos como humanos dedicados a I+D+i. La OCDE, teniendo como matriz este manual, ha editado otros conocidos como la “Familia Frascati” que analizan los datos sobre actividades científicas, tecnológicas e innovadoras. No se ha implantado un manual sobre bibliometría debido a la resistencia de algunos países que argumentan que existe una gran dificultad para obtener datos correctos y sin sesgos de las publicaciones científicas^{13,17}. En muchos países de la OCDE está creciendo la demanda de eficacia y efectividad en la investigación realizada con fondos públicos. Los gobiernos necesitan herramientas que les permitan evaluar la optimización de los recursos que destinan a la investigación, racionalizando los recursos y reformando las estructuras de investigación¹⁸.

Las acciones encaminadas a lograr una mejor gestión de las actividades de investigación y la necesidad de ejercer un mayor control sobre la asignación de recursos, tanto humanos como materiales disponibles en el sistema de Ciencia y Tecnología, han hecho que la evaluación de la investigación adquiera un papel relevante y se constituya como una actividad fundamental de la política científica actual, especialmente para garantizar ante la sociedad el correcto empleo de dichos recursos¹⁹.

1.1.1. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

En las últimas décadas, diversos autores han identificado factores que motivan la evaluación de las actividades de investigación: se puede evaluar para otorgar premios o promociones, valorándose el rendimiento de un investigador; se puede evaluar para contratar a un investigador, de este modo se valora el rendimiento futuro y se puede evaluar para distribuir recursos, valorando no solo el rendimiento que se ha alcanzado hasta la actualidad sino también el rendimiento futuro.

La valoración de la calidad de la actividad científica, se realiza por los propios científicos que forman parte del proceso investigador aportando su visión profesional y científica. También puede

realizarse por agentes externos al proceso de investigación analizando el impacto de la Ciencia y la Tecnología en la sociedad.

Varios autores han señalado la importancia de esta valoración, Moravcisk⁹ señalaba en el año 1989 las siguientes razones por las cuales es importante evaluar a la ciencia y a los científicos:

- Los resultados de la ciencia son intangibles. Existen procesos que no necesitan una evaluación “oficial” porque sus resultados son tangibles y obvios, y cualquier persona a quien tales resultados afecten puede realizar la evaluación. Por el contrario, el producto de la ciencia no es obvio, representa el conocimiento y la comprensión del mundo que nos rodea y es difícil de evaluar. Para mostrar este carácter intangible, Moravcisk nos habla de la tecnología que también es algo sofisticado y que requiere conocimientos especializados pero para el autor es más fácil de evaluar que la ciencia. Los resultados de la tecnología son procesos, patentes o prototipos, todos ellos más tangibles que los productos del conocimiento. De este modo, y ya que los resultados de la ciencia no son obvios ni tangibles y por lo tanto no se pueden evaluar “automáticamente” es importante realizar evaluaciones que permitan comprobar el rendimiento de la ciencia.

- La ciencia tiene un gran impacto sobre todos los órdenes de la vida, por lo que el conocimiento de su funcionamiento y su rendimiento es de vital interés. Aunque el número de individuos directamente implicados en la ciencia es pequeño, como también lo es la fracción de recursos que se gasta en actividades científicas, los efectos directos e indirectos de la actividad científica son enormes. Por otro lado, los fondos que sostienen las actividades científicas proceden de sectores públicos ó empresas privadas que desean conocer si su dinero es racionalmente usado.
- La productividad de los científicos presenta una distribución fuertemente sesgada, de modo que existe un pequeño número de ellos muy productivos a los cuales se debe una gran proporción del progreso de la ciencia. A finales de los años 20 del siglo pasado, Lotka enuncia por primera vez esta ley (Ley de Lotka)²⁰ que postula que el número de científicos que publican “ n ” trabajos en su vida es proporcional a $1/n^2$, es decir, si consideramos que en un grupo de científicos hay 10.000 que publican un único trabajo en su vida, habrá 100 que publiquen 10 y solamente 1 que publique 1000. Teniendo esto en cuenta, Moravcsik⁹ afirma que debido al sesgo que presenta la producción científica, es necesario asegurarse de que los recursos se destinan a los científicos

que pueden resultar más productivos. Esta es otra de las razones de la importancia de una evaluación continua de las actividades científicas y del rendimiento de los científicos.

- Necesidad de administrar la ciencia. Moravcsik nos dice que la “Ciencia” de la Política de la Ciencia y de la Administración de la Ciencia todavía no existe como tal, pero disponemos de una serie de herramientas que permiten mejorar una actividad determinada cuando la evaluación demuestra que dicha actividad necesita perfeccionarse.

Para Escribano y Viladiu²¹ la implantación de criterios y metodologías de evaluación responde a varios objetivos:

- El deseo de incrementar la calidad de la investigación en las instituciones, identificando los campos de excelencia y los grupos punteros para racionalizar el proceso de establecer prioridades.
- Ofrecer una imagen social aceptable de la actividad investigadora, explicando con detalle los retornos a la sociedad.
- El reconocimiento de los méritos por la investigación de calidad desarrollada por los investigadores, los grupos y los centros de investigación.

La promoción de la investigación en términos de valor y calidad es importante para la evaluación de la actividad científica, Van Raan²² relaciona estos términos de la siguiente manera:

- El término valor lo relaciona con la verdad desde un punto de vista de la práctica científica (*"lo más valioso es conseguir la verdad de la forma más eficiente posible"*), por otro lado, relaciona el concepto con la utilidad, desde el punto de vista de la administración (*lo más valioso es aquello que además de ser verdad es útil*).
- El término de calidad tiene connotaciones sociales, filosóficas, morales y éticas.

1.1.2. LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS Y LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

El conocimiento científico se recoge y se transmite a través de las publicaciones (artículos de revistas científicas, libros y otros medios de comunicación científica escrita)^{7,16,23}.

Las publicaciones científicas muestran la actividad científica y sirven como reconocimiento a los investigadores. Es el resultado final y tangible de todo el proceso de investigación²⁴.

Las publicaciones científicas son la forma de comunicación escrita de los resultados científicos, los métodos y del avance de la ciencia. Estudiarlas a partir de la bibliometría permite advertir las tendencias entre las comunidades científicas y analizar el crecimiento de la producción científica, lo que favorece el desarrollo y gestión de la ciencia²⁵.

Las publicaciones científicas, independientemente del formato, son el soporte más utilizado y con mayor proyección para la transmisión del conocimiento científico^{26,27}. Es necesario conocer este formato para realizar un análisis correcto, así por ejemplo, las revisiones y las revistas especializadas en revisiones obtienen tasas de citación más altas que otro tipo de soportes documentales, ya que refieren una extensa bibliografía y su consulta es de gran utilidad para los científicos. También es necesario conocer y diferenciar entre áreas científicas, a modo de ejemplo, los trabajos de arte y humanidades habitualmente se presentan a través de capítulos de libros o libros y reciben un 5% de citas en los cinco años posteriores a su publicación, frente al 25% de citas que reciben de los documentos en ciencias sociales, el 30% en ingeniería y tecnología y el 60% en el caso de la medicina¹⁰.

Autoría

Para que una publicación científica exista ha tenido que ser creada por un autor o un grupo de autores responsables de su contenido²⁸. La lista de autores que figura en la cabecera del artículo informa al lector sobre quienes son los creadores de ese trabajo.

No existe una norma única y aceptada por toda la comunidad científica sobre la valoración de la autoría en un artículo que depende en muchos casos por convenciones culturales relacionadas con las diversas disciplinas científicas^{29,30}.

La autoría de la publicación científica es uno de los aspectos que se valoran a la hora de evaluar el grado de colaboración, diversos trabajos han analizado a la colaboración real y los diferentes motivos por los que un investigador puede firmar una publicación³¹⁻³⁵.

Según el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas son necesarios tres criterios para que se cumplan los llamados criterios de autoría³⁶:

1. Contribución sustancial en la concepción y el diseño del estudio o en la adquisición, el análisis ó la interpretación de los datos.

2. Redacción o revisión crítica del trabajo.
3. Aceptación de la versión final del manuscrito.

El grado de autoría se mide por el lugar que ocupan las firmas de los autores, las posiciones con mayor reconocimiento suelen identificarse con el primer y último firmante y especialmente la persona designada para recibir la correspondencia^{35,37,38}, figura a la que se le atribuye la capacidad para entablar el debate científico con la dirección de la revista y con los revisores en el proceso editorial y con los lectores una vez publicado²⁸. En los últimos años han surgido diversas propuestas para valorar el grado de responsabilidad en la elaboración de un artículo reconociendo el lugar en el que se firma^{39,40}.

Agradecimientos

La sección de agradecimientos se puede considerar como el mejor recurso del que disponen autores y editores para asegurar que todo el que haya realizado aportaciones al trabajo sea reconocido (tanto personas como entidades)^{28,31}.

Colaboración

En la actualidad, la colaboración científica y su aportación a los procesos de I+D+i, se está analizando desde un enfoque métrico^{31,41}.

En la segunda mitad del siglo XX se produjo una profunda transformación en la organización y la gestión de la ciencia, comenzando en la II Guerra Mundial con el Proyecto Manhattan que reclutó a científicos eminentes para participar en una empresa común. El trabajo solitario del investigador se remplazaba por los grupos de investigación, las instituciones de investigación y la colaboración entre diferentes grupos e instituciones. Una colaboración que asumía formas diversas (centros públicos, privados, colaboraciones público privadas, redes de investigación clínica, centros científico tecnológicos, etc.)⁴²⁻⁴⁴.

En la década de los 60 comenzaron a estudiarse las redes derivadas de la cooperación interpersonal, interinstitucional e internacional relacionadas con la actividad científica²⁶. Smith estudió el comportamiento de la autoría múltiple en psicología y en el año 1958 sugirió que los artículos en coautoría podían ser usados como una medida no absoluta de la colaboración entre investigadores⁴⁵.

Price comprobó empíricamente las observaciones de Smith, sobre el aumento de la autoría múltiple en ciencia^{46,47}. Observó que la mayoría de las formas de colaboración nacían de relaciones informales creadas durante el periodo de formación de los investigadores. Los congresos, conferencias, reuniones e intercambios constituían oportunidades importantes para la posterior colaboración. También advirtió la existencia de comunidades

informales de investigadores que se comunican, intercambian información y publican formalmente los resultados de investigación, esta forma de colaboración se denomina colegios invisibles ⁴⁶⁻⁴⁸.

Diferentes autores han estudiado la importancia de la bibliometría como instrumento para el estudio de la colaboración científica^{31,33,42,49}. En los años 70 se definió la cooperación científica como *“el conjunto de trabajos desarrollados entre dos ó más investigadores de diferentes grupos e identificados por los artículos firmados en coautoría”*¹⁶.

En los años 80 se estudió en profundidad la colaboración internacional. Se identificaron tres características de la misma:

- Mayor en las ciencias como la física y la química que en las ciencias aplicadas (esto cambió en los años 90).
- El grado de colaboración internacional de un país es inversamente proporcional a la dimensión científica del país.
- Factores como la proximidad geográfica, política y cultural determinan las colaboraciones internacionales.

En los años 90, se estudió la tendencia a colaborar con investigadores que mejoren la visibilidad de las colaboraciones. Diferentes estudios mostraron que los artículos realizados con autoría internacional revelaban mayor índice de citación que los que eran realizados por autores de un mismo país.

En los último años se está estudiando la colaboración a través de redes, observando que la probabilidad de colaboración entre dos investigadores aumenta a medida que aumentan los colaboradores en común. Por otro lado, la posibilidad que tiene un investigador de conseguir nuevos colaboradores aumenta en relación a los investigadores con los que colaboró en el pasado²⁹.

Las posibilidades que nos ofrecen las nuevas tecnologías y la globalización de la comunicación también están contribuyendo a la colaboración entre investigadores de diferentes países²⁹, observando que los investigadores con mayor reconocimiento internacional son los que colaboran con investigadores de países alejados geográficamente⁴⁹⁻⁵². Para realizar este análisis es necesario conocer la participación institucional. A través de mapas bibliométricos se recoge la información de colaboración atendiendo a la filiación de los autores que aparece indicada en los artículos^{51,53}.

Internacionalización

El proceso de internacionalización está presente en muchos aspectos sociales, económicos, personales y también en el ámbito de la investigación. Las nuevas tecnologías posibilitan el acceso a la información y la comunicación entre científicos. Los estudios sobre publicaciones utilizan con frecuencia la ISI Web of Science de Thomson Reuters para analizar la ciencia en su vertiente más internacional, ya que cubre una selección de revistas atendiendo a criterios de calidad e interés internacional⁵⁴.

La presencia, cada vez mayor, de investigadores españoles en las bases de datos bibliográficas internacionales es un hecho positivo que muestra el fortalecimiento del sistema español en investigación⁵⁵⁻⁵⁸. Esta tendencia se debe por un lado, a factores propios del proceso científico. Los avances de la ciencia interesan a toda la comunidad científica, independientemente de la nacionalidad. Publicar en revistas de difusión internacional garantiza una mayor difusión de la investigación²⁹. Por otro lado, y más relacionado con las políticas de gestión y evaluación de la investigación, la valoración positiva de la publicación en revistas internacionales en los diferentes procesos de evaluación de la producción científica también potencia el mayor interés por publicar en este tipo de revistas^{59,60}.

Bordons describe tres etapas consecutivas de internacionalización de la producción científica de un país⁵⁴:

- La primera etapa se caracteriza porque los autores buscan revistas recogidas en las bases de datos internacionales para favorecer la visibilidad de sus trabajos.
- En la segunda etapa los autores son más selectivos a la hora de escoger las revistas. Son revistas escritas en inglés y se valora su difusión y reconocimiento a través de las citas.
- En la tercera etapa, el objetivo del autor es publicar en revistas de mayor calidad y prestigio de entre todas las internacionales (aunque es difícil valorar la calidad, se suele utilizar como indicador el FI de la revista).

La internacionalización no se produce al mismo ritmo y de la misma manera en todas las áreas y disciplinas. En las áreas básicas de investigación el inglés se ha convertido en el idioma utilizado para optimizar recursos y facilitar la comunicación más allá de las barreras geográficas y lingüísticas. El uso del inglés como idioma de publicación es una estrategia útil para aumentar la visibilidad internacional de las revistas.

En las áreas clínicas o aplicadas, el uso de la lengua propia es necesario, ya que cumple una importante función en la relación entre la comunidad científica nacional, favoreciendo la práctica profesional y la formación continua. Algunas revistas españolas que buscan una proyección nacional e internacional mantienen su edición en español, añadiendo en algunos casos una edición en inglés para aumentar su visibilidad fuera de España⁶¹.

Cuando las publicaciones científicas se convierten en una medida de productividad y de calidad se pueden producir situaciones y conductas inadecuadas y en ocasiones, fraudulentas^{28,62}. En este contexto, asociaciones científicas y sociedades profesionales dedicadas a la edición científica han establecido normas que regulan las prácticas de la autoría científica³².

La biomedicina ha sido la primera en sistematizar los procesos de elaboración y reconocimiento de las publicaciones científicas. Las “Normas de Vancouver” se han convertido en el estándar a seguir por las revistas biomédicas²⁸. En el año 1978 un grupo reducido de editores de revistas de medicina general se reunió de manera informal en Vancouver (Canadá) para establecer los requisitos elementales que debían poseer los manuscritos que se presentaban a sus revistas. Este grupo se identificó como “Grupo Vancouver”. *Los requisitos de uniformidad*, entre los que se encuentran los formatos de referencias bibliográficas elaborados por la National Library of

Medicine de los Estados Unidos, fueron publicados por primera vez en el año 1979. El grupo Vancouver, constituye el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (*International Committee of Medical Journal Editors, ICMJE*)⁶³, se reúne una vez al año, y a lo largo de estos años ha ido incrementando sus competencias. En la actualidad incluye principios éticos relacionados con la publicación en revistas biomédicas.

1.1.3. REVISIÓN POR EXPERTOS (PEER REVIEW)

Evaluar la calidad científica es una labor difícil. Lo ideal sería que los resultados de las publicaciones científicas fueran examinados por verdaderos expertos en el tema y con indicadores de calidad y de cantidad acordes con unas normas establecidas⁶⁴.

Tradicionalmente, la información sobre la situación de la ciencia ha sido siempre proporcionada por los propios científicos. Existe un procedimiento de autoevaluación dentro de la propia ciencia por el que la calidad de los trabajos de los investigadores es evaluada por el resto de la comunidad científica. Dentro de cada área los expertos revisan la calidad de los manuscritos enviados a las revistas científicas para su publicación (*peer review*). La expresión *peer review* se traduce de diferentes maneras, entre ellas: revisión por pares (“pares” entendido como “iguales”, “colegas”), revisión externa

y revisión por expertos⁶⁵. También se forman paneles de expertos que evalúan las solicitudes de ayudas a la investigación de los grupos y la carrera profesional de los investigadores.

Las revistas científicas y las agencias que financian la investigación necesitan filtrar los trabajos de investigación, pues no todo lo que se produce merece ser publicado o financiado⁶⁶. En la selección de trabajos para una subvención en las convocatorias de ayudas para proyectos de investigación, al igual que en la revisión de trabajos científicos para publicación en revistas, se utiliza la revisión por o “a través” de expertos⁶⁶. El fundamento teórico y las ventajas son las mismas y ambos procesos requieren una evaluación apropiada⁶⁵.

La revisión por expertos (peer review) radica en que uno o varios expertos aportan su opinión sobre la calidad de una institución científica, de un proyecto, de un grupo de investigación o de un trabajo científico en proceso de ser publicado. Cada experto-revisor participa en evaluaciones relacionadas con su área de trabajo y, al ser considerados científicos expertos y de reconocimiento y trayectoria profesional, contribuyen con sus recomendaciones a mejorar el trabajo de sus iguales. Las revisiones de otros ayudan a construir un pensamiento crítico, además, constantemente se puede aprender de las ideas y propuestas de terceros⁶⁷.

Algunos autores sitúan la aparición de la revisión por expertos⁶⁸ en el año 1752, cuando la Royal Society de Londres organizó un comité para que revisara todos los artículos que se enviaban a su revista *Philosophical Transactions*^{69,70}. Para otros la primera definición de este concepto se sitúa en el año 1731 en la Royal Society de Edimburgo, el British Medical Journal y su editor Ernest Hart fueron los primeros en instaurar la revisión por expertos como un sistema formal⁶⁶. Sea cual sea su fecha real de aparición no comenzó a institucionalizarse hasta el siglo XX. Por un motivo eminentemente práctico, se necesitaba un sistema para manejar la cantidad cada vez mayor de artículos que recibían las revistas⁶⁷.

Formalmente se participa de un proceso de revisión por expertos cuando se recibe el encargo personal, en condición de persona experta para realizar una evaluación, un examen o una crítica en relación con un trabajo enviado para su posible publicación, una memoria para la que se solicita una subvención individual o en grupo, un informe consecuencia de una visita a un centro de investigación o a un laboratorio, etc. La revisión por expertos se puede realizar de manera individual o formando parte de una comisión. En sendos casos tanto la información a la que se tiene acceso como las deliberaciones obtenidas deben ser tratadas con la máxima confidencialidad⁷¹⁻⁷³.

La revisión por expertos debe estar fundamentada en el rigor y objetividad⁷⁴ y se deben tener en cuenta los posibles conflictos de intereses entre los expertos y el evaluado⁷⁵⁻⁷⁸. Uno de los conflictos de intereses más relevantes en la evaluación científica aparece cuando existen relaciones tanto personales como profesionales (positivas o negativas) entre el autor o el solicitante y el evaluador^{67,78}. En los países pequeños como España o en las comunidades científicas pequeñas, dependiendo de la especialidad, la revisión por expertos tiene un alto riesgo de ser sesgada^{79,80}. En estos casos para que una evaluación sea realmente objetiva y neutral debe acudir a evaluadores de otros países⁶⁷.

Varios autores aseguran que la revisión por expertos es el procedimiento menos malo de los disponibles^{67,81,82} pero debemos reconocer que este sistema, que actualmente es un procedimiento determinante en el sistema científico^{73,83}, cuenta con una serie de limitaciones que deben ser tenidas en cuenta, relacionadas con el conflicto de intereses. La objetividad de los evaluadores puede estar influenciada por el prestigio y la popularidad de la institución a la que pertenece o el propio prestigio del autor evaluado. A esta posibilidad se la identifica como el *Efecto Mateo*⁶⁸. También puede suceder que se evalúe dependiendo del reconocimiento de la institución en la que se trabaje, de esta manera investigadores con currículos similares serán mejor valorados si la institución en la que trabajan cuenta con mayor prestigio. Es lo conocido como *Efecto Halo*⁸⁴.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que en ocasiones los expertos no tienen la información completa sobre el objeto a evaluar o no tienen criterios uniformes para realizar la evaluación^{76 85}.

El carácter fundamentalmente conservador de este sistema no fomenta ideas innovadoras y poco ortodoxas. En la evaluación de solicitudes de financiación para proyectos de investigación esta característica es relevante. La revisión por expertos suele evitar disonancias favoreciendo las ideas establecidas y los procedimientos utilizados en el momento⁶⁷. Bajo estos criterios las *ideas geniales* no se suelen reconocer a través de los procedimientos clásicos⁸⁶.

Una muestra de la dificultad de la revisión por expertos para detectar y apoyar ideas innovadoras la podemos ver en grandes hallazgos galardonados con el Premio Nobel que en un principio fueron rechazados en revistas de primer nivel. A modo de ejemplo se puede citar el trabajo de Krebs sobre el ciclo del ácido cítrico. Rechazado por Nature y publicado en Enzimología, recibió el premio Nobel en 1953. El trabajo de Kari Mullis, sobre la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) tuvo que publicarse en Methods in Enzimology tras ser rechazada por Nature a finales de los años 80. Mullis recibió el premio Nobel en 1993⁶⁷, etc.

La capacidad de la revisión por expertos para detectar relevancia es menor que su capacidad para valorar la calidad de unos determinados contenidos, definidos por su eventual replicación y por el interés y uso que tengan estas contribuciones.

A pesar de esto, la revisión por expertos es uno de los *mecanismos que mantiene la ciencia en condiciones saludables*²², aportando recomendaciones que contribuyen a la mejora de la misma^{87,88}.

Mejoras de la revisión por expertos

Existe un intenso debate sobre si la desanonimización de la revisión por expertos mejoraría la calidad de la evaluación⁸⁹, aunque algunos científicos prefieren que los procesos de revisión por expertos sean doble ciego^{67,90}. Con este sistema se pretende eliminar cualquier indicio que ayude a identificar a los expertos y a los evaluados. La revisión abierta de comunicaciones a congresos (open review) parece favorecer a las instituciones de prestigio y a los países de habla inglesa, mientras que la revisión anónima tiende a reducir este sesgo⁹¹.

En 1982, Peters y Ceci publicaron un artículo que abrió un controvertido y vehemente debate sobre la validez del sistema de revisión por expertos⁹². El artículo presentaba un estudio en el que

se habían seleccionado 12 artículos excelentes, publicados en revistas de primera línea por autores e instituciones de prestigio. Los artículos se modificaron, cambiando solamente los nombres de los autores y las afiliaciones institucionales en que se habían realizado (ahora eran menos prestigiosas) y se enviaron de nuevo a las revistas en las que previamente habían sido publicados, sin señalar el engaño. En 3 revistas se advirtió la previa publicación, 9 de los 12 artículos enviados fueron sometidos a un nuevo proceso de revisión de expertos. Sólo 1 fue admitido de nuevo, los 8 restantes fueron rechazados por *problemas metodológicos*, no por ser contenido ya publicado.

Otro tema que está generando un debate interesante en la actualidad es el perfil de los revisores. Para algunos autores, la experiencia y la actividad tienen una estrecha relación que mejora la revisión⁶⁷, para otros, cuentan con mayor calidad las revisiones realizadas por jóvenes adscritos a instituciones de prestigio^{93,94}.

Revistas de prestigio ofrecen a sus revisores guías para la revisión de documentos previa publicación. Estas guías más o menos extensas, pueden consultarse en acceso abierto desde las páginas Web de las propias revistas. Están elaboradas teniendo en cuenta principios de calidad de los artículos así como de prevención de fraude y revisión de posibles conflictos de interés, a modo de ejemplo presentamos 3 las guías de 3 revistas: "Science", como

ejemplo de revista multidisciplinar y, “The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism” y “Forensic Science International” como ejemplos de revistas especializadas en áreas diferentes, observando que los tres ejemplos coinciden en sus pilares básicos de calidad y actitud ética ante la revisión de un manuscrito para publicación. Estos pilares se pueden extrapolar a otros procesos de evaluación de la actividad científica, como la valoración de las trabajos una vez publicados o la evaluación de la actividad científica de un investigador, grupos de investigación o instituciones.

Science

La revista Science, entiende que el progreso científico depende de que la información y la comunicación sea contrastada y concibe el proceso de revisión por expertos como parte vital en el transcurso de la evaluación⁹⁵. En su “Ethical Guidilenes for Reviewers” y a través de siete apartados generales muestra los aspectos que debe completar el trabajo realizado por los revisores:

- Evaluaciones objetivas de la investigación. Si no se puede juzgar un trabajo con imparcialidad, el revisor no debe aceptarlo para su revisión o debe notificar esta situación al editor en el momento de ser percibida. Si el revisor tiene afiliaciones profesionales o financieras que puedan ser percibidas como un

- conflicto de interés en la revisión del manuscrito, o tiene diferencias personales con el autor o autores, debe informar confidencialmente de esa situación.
- Si estima que no está cualificado para evaluar un aspecto del trabajo debe comunicárselo al editor.
 - Las revisiones deben ser constructivas y respetuosas. El revisor debe evitar comentarios personales, la revista se reserva el derecho de editar los comentarios que impidan la discusión constructiva de los manuscritos.
 - Se deben respetar los plazos para entregar las revisiones, si se prevé necesidad de un plazo más amplio para la revisión se debe informar al editor.
 - El proceso de revisión se lleva a cabo de forma anónima, la revista nunca revela la identidad de los revisores a los autores. Las disposiciones sobre la privacidad y el anonimato de este proceso se extienden a los revisores que no deben revelar información a terceros.
 - El manuscrito es una comunicación privilegiada y debe ser tratado como un documento confidencial. El revisor debe destruir todas las copias después de la revisión. Los revisores no deben hacer uso personal o profesional de los datos o interpretaciones antes de la

- publicación sin permiso de los autores específicos (a menos que esté escribiendo un editorial o un comentario para acompañar el artículo).
- Conocer y seguir la política de conflicto de intereses, disponibilidad de datos e intercambio de información suscritas por la revista.

The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism

Esta revista en su página Web presenta, de una manera más somera que la anterior, los aspectos más relevantes de la revisión por expertos⁹⁶. La revisión crítica y confidencial de los manuscritos es un elemento esencial de las publicaciones de investigación. Cada científico tiene la obligación de contribuir al proceso de revisión por pares, al servir como un revisor. Entre sus obligaciones se encuentra el compromiso de proporcionar una revisión, crítica y análisis constructivo e imparcial de los manuscritos que deben revisar. Con el fin de facilitar el intercambio rápido de los resultados científicos, deben entregar sus revisiones sin retraso y si lo hubiere, tienen la obligación de notificarlo al editor.

Los revisores no deben aceptar la revisión de un manuscrito si:

- Entienden que ellos no son competentes para evaluar la investigación que se describe.
- Juzgan que hay un conflicto de interés o relación personal o profesional con el autor que puedan influir en su evaluación.
- Existe otra situación que pudiera influir en su revisión, por ejemplo, trabajar en la misma institución, aunque esto no tiene por que representar necesariamente un conflicto de intereses. En estos casos deberán informar al editor a la mayor brevedad posible.
- El revisor debe proporcionar las críticas precisas, detalladas y constructivas. La revisión debe ser apoyada por referencias apropiadas, especialmente si es desfavorable. El revisor también deben tener en cuenta si el trabajo de los demás es debidamente citado. Si el revisor observa cualquier semejanza importante del manuscrito que está revisando con un artículo publicado o un manuscrito presentado al mismo tiempo a otra revista, debe comunicarlo inmediatamente al editor.
- Ninguna parte de este manuscrito bajo revisión normalmente debe ser revelada a otra persona sin el permiso del editor. Si un revisor consulta a un colega en un punto en particular, este hecho, y el nombre del colaborador o consultor, debe ser consultad con antelación al editor. Con algunas excepciones, un revisor puede obtener a través de la autorización por

escrito del editor y de los autores permiso para usar o divulgar cualquiera de los contenidos inéditos de un manuscrito bajo revisión.

Forensic Science International

Esta revista presenta la guía más amplia y detallada de las tres, haciendo hincapié en los aspectos de confidencialidad, puntualidad, conflicto de intereses, cuestiones éticas y la relación y comunicación constante con el editor que veíamos en las normas de las revistas anteriores, completando la guía con los siguientes aportaciones novedosas⁹⁷:

- Valorar su originalidad y novedad en términos de percentiles, valorando si la temática está en la parte superior del 25% de los trabajos en su campo. La revista recomienda para esta revisión bibliográfica la base de datos Scopus.
- En cuanto a la estructura, revisar si el documento cuenta con resumen, introducción, metodología, resultados, conclusiones y analizar cada apartado individualmente.
- Revisar si hay errores gramaticales.
- Preocupaciones éticas relacionadas con la violación de las normas aceptadas en el tratamiento ético de los animales o seres humanos.

- Utilizar las normas establecidas por la revista para elaborar el informe al editor.

La revisión por expertos para la evaluación de ayudas a la investigación o de instituciones comparte problemas comunes con la revisión de trabajos científicos enviados para su publicación en una revista, sobre todo en lo concerniente a la selección de revisores, el tiempo que requiere o los costes^{73,98}.

Como se ha comentado anteriormente, las comunidades científicas pequeñas están inmersas en relaciones que provocan conflictos de interés, por lo que la evaluación realizada por revisores internacionales debe valorarse como una posibilidad de objetividad. Es necesario mencionar que como solución también se está planteando para algunos ámbitos la utilización de revisores ajenos a la comunidad científica, aunque existen pocos estudios sobre estas alternativas^{67,99}.

Las necesidades de la política científica requieren de herramientas más objetivas y rápidas que las opiniones de expertos. Los gestores demandan evaluaciones globales de la actividad científica en todas las áreas y de la forma más estructurada posible. En este contexto se explica el éxito de los indicadores bibliométricos aplicados a la

evaluación científica, ya que se presentan como indicadores objetivos^{10,100}.

Lo que realmente importa es el contenido científico de un artículo, es decir, su aportación original al avance del conocimiento, y ningún análisis puede sustituir a su lectura y su valoración crítica por un panel de expertos¹⁰¹. Muchas veces los científicos son más valorados por dónde publican que por lo que publican¹⁰². Eugene Garfield ya alertaba en los años 70 de los riesgos de esta tendencia para valorar a los investigadores o a los artículos individuales^{103,104}.

La finalidad de la revisión por expertos es actuar como filtro. El campo en el que esta metodología es más utilizada es en la revisión antes de la publicación, pero, como ya se ha comentado, también se utiliza para valorar las publicaciones después de la publicación o para la evaluación de otros aspectos de la actividad científica. Existen propuestas que intentan valorar de una manera más objetiva la calidad de los artículos científicos una vez publicados, entre ellas la propuesta de Waltam et al¹⁰⁵, "crown indicator", que se desarrollará más adelante, o la propuesta que hemos elaborado en el CIBERobn, objeto de análisis en este trabajo.

1.1.4. ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO

Las disciplinas métricas de la información han favorecido el desarrollo de indicadores, que al margen de las ventajas y limitaciones ampliamente estudiadas^{7,10,18,25,26,106-110}, establecen instrumentos clave en la gestión de la política de investigación y en los procesos de toma de decisiones estratégicas²⁶, ya que miden las acciones relacionadas con el origen, comunicación, transmisión y beneficio de los conocimientos científicos y tecnológicos¹⁵.

La bibliometría es la disciplina científica que estudia las características y comportamiento de la ciencia a través de las publicaciones científicas. Nace de la necesidad de medir algunos aspectos de la ciencia para poder comparar, medir y objetivar la actividad científica¹¹¹.

Los estudios bibliométricos tienen por objeto el tratamiento y análisis cuantitativo de las publicaciones científicas¹¹². Forman parte de los estudios sociales de la ciencia y entre sus principales aplicaciones se encuentra el área de la política científica¹⁰. Estos estudios complementan de manera eficaz las opiniones y los juicios emitidos por los expertos de cada área proporcionando herramientas útiles y objetivas en los procesos de evaluación de los resultados de la evaluación científica.

Camps¹¹³ define indicador como *“un parámetro para valorar cualquier actividad, los indicadores bibliométricos son aquellos que permiten determinar el crecimiento de cualquier campo de la ciencia, la productividad de autores o instituciones y la colaboración entre científicos o instituciones”*. Los indicadores bibliométricos valoran la calidad científica, la actividad científica y la influencia tanto del trabajo como de las fuentes¹¹³ y adquieren validez como medida de actividad científica. Se aplican principalmente a los artículos científicos porque estos constituyen la expresión más elaborada de un investigador y es la consecuencia de todo un proceso de investigación²⁴.

Los indicadores bibliométricos se pueden agrupar en: indicadores de producción y productividad científica, indicadores de especialización científica, indicadores de impacto y visibilidad basados en citas y los indicadores de dinámica y colaboración científica¹⁶.

- Indicadores de Producción y Productividad: La producción científica de un país, institución, grupo o investigador es la suma de las publicaciones. Este valor absoluto no es muy significativo porque va a estar influido por el tamaño, inversión, etc. La productividad intenta corregir esto a través de la valoración de la producción en relación con las

características del entorno, así un ejemplo de productividad sería la relación total de publicaciones científicas por millón de habitantes.

- Indicadores de Especialización Científica: La distribución de las publicaciones científicas por campo científico.
- Indicadores de Impacto y Visibilidad basados en Citas: este indicador se suele utilizar como un indicador de calidad, cuanto más citado es un colectivo o una disciplina se entiende que es de mayor calidad, aunque esto no tiene porque ser así. Realmente este sería un indicador de visibilidad de la ciencia. Otro indicador utilizado es el Factor de Impacto¹⁰³ de las revistas, también se utiliza como referente de calidad científica de las revistas aunque varía mucho dependiendo de las disciplinas.
- Indicadores de Dinámica y Colaboración Científica: La colaboración científica entre diferentes grupos e investigadores favorece el avance científico a través del flujo de conocimiento y fomenta el dinamismo de los sistemas de I+D+i.

Los indicadores bibliométricos se caracterizan por ser cuantitativos¹¹⁴. Se les confiere un carácter cualitativo cuando se

emplea en análisis de citas, aunque para la mayor parte de la comunidad científica, y como se comentó anteriormente, el único juicio válido en la evaluación de la calidad científica es la revisión por expertos^{16,81,82,87}.

Para Okubo¹⁷ el estudio de la producción científica mediante indicadores bibliométricos es tan importante como la misma producción, debido a que permite conocer las relaciones entre los productores de la ciencia, las tendencias actuales por las que discurre el conocimiento, así como los cauces que se seguirán en un futuro.

Desde principios del siglo XX, para medir la actividad científica se vienen empleando indicadores bibliométricos para analizar el crecimiento y distribución de la misma, con el fin de mejorar las actividades de información y comunicación científica, para analizar los procesos de generación y uso de la literatura científica y para conocer los mecanismos de la investigación, así como la estructura y dinámica de colectivos de investigadores que producen y utilizan dicha literatura.

Los primeros estudios bibliométricos radicaban en el cómputo manual de las publicaciones científicas¹¹⁵. La bibliografía estadística es considerada la predecesora de la bibliometría. El trabajo publicado por Cole y Eales en 1917 en donde analizaron las

publicaciones sobre anatomía comparada entre los años 1550 y 1860, por especies animales y países, es considerado el primer trabajo dentro de esta disciplina. En el año 1923, Hulme presentó un análisis estadístico de historia de la ciencia y en 1926, Gross analizó las referencias en artículos de revistas indexadas sobre química¹⁰⁶.

A partir de los años sesenta, aparece la denominada “ciencia de la ciencia”⁴⁶, que nace de la confluencia de la documentación científica, la sociología de la ciencia y la historia social de la ciencia, con el objetivo de estudiar la actividad científica como fenómeno social y mediante indicadores y modelos matemáticos.

Dará lugar a los que hoy conocemos como “estudios sociales de la ciencia”, campo de carácter claramente interdisciplinario, que se nutre de los recursos técnicos y conceptuales de distintas disciplinas, entre las cuales se encuentra la bibliometría.

El término bibliometría fue utilizado por primera vez en 1969 por Pritchard¹¹⁶ quién la definió como: “la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos para definir los procesos de la comunicación escrita, la naturaleza y el desarrollo de las disciplinas científicas mediante técnicas de recuento y análisis de la comunicación”. El término se impuso al término bibliografía estadística, un término más ambiguo y confundible con las estadísticas bibliográficas.

A partir de la década de los setenta la bibliometría experimenta un gran desarrollo, apareciendo trabajos sobre la dispersión de los documentos científicos¹¹⁷, modelos de citación¹¹⁸, evaluación de revistas científicas¹¹⁹ y aparecen las primeras aplicaciones a la gestión y evaluación de los recursos de información en las bibliotecas¹⁰⁶.

En los años ochenta y noventa se propone la utilización de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la actividad científica¹⁹.

En un momento en el que tanto la sociedad, como las agencias financiadoras y los propios científicos demandan información sobre el estado y avance de la ciencia surgen nuevas inquietudes a la hora de proponer o utilizar herramientas para la valoración de la producción científica¹⁸. La bibliometría tiene un importante campo de actuación en el ámbito de la política científica. Su utilidad en esta área explica el auge experimentado por los estudios bibliométricos y su aplicación en el área biomédica^{56,84,120,121}.

El uso de los indicadores bibliométricos para estudiar la actividad investigadora se basa en la premisa de que las publicaciones científicas son un resultado esencial de dicha actividad. Un nuevo conocimiento adquiere valor cuando se da a conocer y difunde dentro de la comunidad científica, porque sólo así podrá distribuir el

avance científico. Pero además, desde un punto de vista social, la publicación de los nuevos descubrimientos es una fase esencial dentro del proceso investigador, ya que permite al científico obtener el reconocimiento por su labor. Por todo ello, la publicación científica se convierte en un resultado importante y tangible de la investigación y los indicadores bibliométricos adquieren validez como medida indirecta de la actividad de la comunidad científica¹³.

Los indicadores bibliométricos o de producción científica se aceptan como un indicador válido de los resultados de investigación, junto a otros indicadores como las patentes. Como ejemplo del grado de aceptación que ha alcanzado se puede mencionar la inclusión en los informes que sobre la ciencia y tecnología se emiten periódicamente en los países más desarrollados, donde complementan la información aportada por los indicadores más tradicionales (recursos humanos, gastos I+D+i).

Los indicadores bibliométricos constituyen un método objetivo, económico y relativamente sencillo, de obtener información cuantitativa acerca de los procesos de I+D+i . La información que proporcionan puede ser de cuatro tipos:

- Productividad, medida por la cantidad de conocimiento producido, siempre y cuando esté publicado.

- Materias, temática y carácter del conocimiento producido, si la investigación es de carácter básico ó aplicado.
- Citas que indican el impacto de la investigación, indicando el número de citas recibidas por los trabajos.
- Colaboración que viene dada por las relaciones de los investigadores con otros investigadores o equipos de investigación.

Los principales problemas derivados de la utilización de los índices bibliométricos pueden clasificarse en tres grandes apartados: las limitaciones propias de estos índices, su uso inadecuado y sus implicaciones editoriales². Además, la fiabilidad de los análisis bibliométricos depende de su uso apropiado. Es necesario tener en cuenta las diferencias en los hábitos de publicación entre disciplinas y tipo de investigación^{10,122}.

1.1.5. BASES DE DATOS BIBLIOGRÁFICAS

Como ya se ha comentado, el estudio de la producción científica constituye una disciplina relativamente joven. En la década de los sesenta se empezaron a aplicar para medir los resultados de las

investigaciones, lo que tuvo lugar por la conjunción de dos fenómenos importantes: la informatización de las bases de datos, que facilitó enormemente la búsqueda de información, y una demanda mayor por parte de las autoridades responsables de la planificación científica para evaluar la eficacia de sus políticas.

En muchos países ha aparecido una creciente preocupación por la calidad del rendimiento y la producción científica de los investigadores, así como por los aspectos de su evaluación. La productividad científica se considera un indicador de la actividad científica de un área o disciplina¹²³.

Investigar y publicar un artículo científico son dos actividades íntimamente relacionadas. Algunos investigadores consideran que un proyecto finaliza cuando se obtienen los resultados, se analizan y se presentan en un congreso nacional o internacional. Sin embargo, la investigación debe terminar cuando los resultados son publicados en una revista científica, porque es entonces cuando pasan a formar parte de los circuitos de generación y difusión del conocimiento científico¹²⁴. Las revistas científicas constituyen la principal herramienta de expresión y comunicación del conocimiento científico. Además tienen como misión el registro oficial y público de la ciencia²⁸.

La producción científica puede ser analizada desde diferentes medios, entre los que destacan por su nivel de actualización y periodicidad los artículos publicados en revistas indexadas en las principales bases de datos y, por su carácter productivo y competitivo, los proyectos de investigación financiados.

En el avance hacia una sociedad de la información y una posterior sociedad del conocimiento se precisa una oferta de publicaciones científicas con indicadores o parámetros cuantitativos que permitan objetivar las diferencias entre ellas, medir su calidad y que faciliten la toma de decisiones a la hora de formalizar suscripciones, enviar artículos e incluso evaluar la actividad científica¹²⁵.

Los avances tecnológicos nos permiten realizar estudios bibliométricos cada vez más precisos y detallados para analizar los resultados de investigación a diferentes niveles (individuos, grupos de investigación, instituciones, disciplinas, áreas geográficas, etc.).

Las bases de datos bibliográficas constituyen la principal fuente de información de estudios bibliométricos. Actualmente existen bases de datos especializadas en todas las áreas científicas, la validez de un estudio va a depender de la base de datos utilizada, ya que dependiendo del área a analizar y el objeto de estudio se deberán utilizar distintas bases de datos¹²⁶. Las bases de datos ofrecen una cobertura temática desigual, criterios diversos a la hora de

seleccionar las revistas, sesgos geográficos y lingüísticos que deben conocerse y tenerse en cuenta ya que, como indica Ball¹²⁷ aportan información diversa.

Los análisis bibliométricos de las áreas biomédicas se pueden realizar a través de bases de datos especializadas (MEDLINE o EMBASE) y a través de bases de datos multidisciplinarias (SCImago Journal & Country Rank, SCOPUS, Google Scholar, ISI Web of Science).

Las bases de datos de publicaciones científicas y revistas son una herramienta necesaria para el conocimiento de la actividad científica, entre las bases de datos podemos destacar **MEDLINE**¹²⁸, pertenece a la National Library of Medicine de los National Institutes of Health de Estados Unidos. Es la única base de datos importante de carácter público. Representa la mayor base de datos internacional existente sobre ciencias de la vida y biomedicina y constituye la mayor fuente mundial de citas bibliográficas de literatura médica. Los contenidos incluidos en MEDLINE se encuentran libremente accesibles desde el motor electrónico de búsquedas en la Web de PUBMED. Para entrar en MEDLINE, las revistas biomédicas deben cumplir con unos rigurosos estándares de calidad. Un comité de selección “ad hoc” de la National Library of Medicine compuesta por 15 miembros se reúne tres veces por año para revisar los aspectos técnicos y científicos de las revistas candidatas. De esta forma anualmente se revisan más

de 400 revistas de todo el mundo. Las decisiones sobre su aceptación se basan en aspectos de calidad técnica, criterios editoriales y méritos científicos. Todos los contenidos de la revista de un año concreto son analizados. Finalmente, entre un 20- 30% de las revistas aspirantes alcanzan la indexación.

EMBASE (Excerpta Medica data BASE), producida por Elsevier Science Publishers tiene una cobertura más amplia de las revistas europeas.

SCImago Journal & Country Rank (SCImago JCR), desarrollada por un grupo de investigadores españoles, es una herramienta de libre acceso que permite analizar la visibilidad de la revistas que se encuentran en Scopus¹²⁹.

SCOPUS, nació en 2004 y representa una alternativa a la Web of Science. Scopus recoge la información (resúmenes y citas) de más de 17.000 revistas publicadas por Elsevier y otras editoriales. El número de títulos incluidos en esta base de datos es mucho mayor que el de la Web of Science. Scopus cubre el 100% de los títulos que aparecen en MEDLINE. Las citaciones encontradas por Scopus que no se encuentran en la Web of Science suelen corresponder a revistas con menor factor de impacto. Además, a diferencia de la Web of Science, que fundamentalmente incluye títulos norteamericanos y donde el inglés tiene una preponderancia

absoluta, más del 50% de los contenidos de Scopus provienen de Europa, Latinoamérica y Asia, por lo que las revistas no publicadas en inglés están mejor representadas. Algunos autores insisten en que esta base de datos también tiende a infrarrepresentar a las revistas no publicadas en inglés, que únicamente representan el 15% de todas las incluidas^{102,130}. En la actualidad la empresa Elsevier está trabajando para implementar SCIVAL en España. Es una herramienta que permite la obtención y análisis de datos relacionados con los investigadores (análisis de publicaciones y patentes), infraestructuras, recursos y transferencia de conocimiento¹³¹.

ScienceDirect también pertenece a Elsevier representa la mayor base de datos de artículos que actualmente existe. En esta base de datos se encuentran digitalizados cerca de 10 millones de artículos y cada año se incorporan 0,5 millones más¹⁰².

Google Scholar permite recuperar adecuadamente artículos científicos de la World Wide Web^{102,103}. Este sistema de búsqueda utiliza un algoritmo de análisis de vínculos denominado PageRank que calcula la importancia relativa de los vínculos en la Web y los ordena jerárquicamente. Analiza la distribución de probabilidades de que una persona que navegue aleatoriamente entre todos los posibles vínculos existentes termine entrando en una página determinada¹⁰².

Web of Science es una herramienta de información científica, proporcionada por Thomson Reuters e integrada en ISI Web of Knowledge (WoK). Facilita el acceso a un conjunto de bases de datos en las que aparecen citas de artículos de revistas científicas, libros y otros tipos de material impreso (editoriales, cartas, revisiones, discusiones, etc.) que abarcan todos los campos del conocimiento científico, incluyendo los archivos de *Century of Science*, con 850.000 referencias de 262 revistas entre 1900 y 1944, que recogen lo más significativo de la ciencia publicada en la primera mitad del siglo XX.

Web of Science contiene:

- Tres grandes bases de datos para cada rama del conocimiento: Science Citation Index (SCI), Social Sciences Citation Index (SSCI) y Arts & Humanities Citation Index (A&HCI).
- Dos bases de datos químicas: Index Chemicus y Current Chemical Reactions.
- Dos bases de datos de presentaciones de congresos y conferencias: Science Conference Proceedings Citation Index y Social Science and Humanities Conference Proceedings Citation.

Thomson Reuters, una institución privada con sede en Filadelfia, de forma continuada, computa y clasifica todas las citas que se producen en las referencias bibliográficas de una importante lista de revistas científicas de todo el mundo. A este índice de citación también se le conoce como ISI ya que en un principio la institución que producía el índice era el Institute for Scientific Information (ISI), fundado por Eugene Garfield en 1960.

En España el uso de *Web of Science* está autorizado a instituciones como universidades y departamentos de investigación de grandes corporaciones, generalmente mediante el acceso a la WoK. En España este acceso es proporcionado por la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT).

Thomson Reuters identifica como uno de sus objetivos principales “*ofrecer una cobertura integral de las revistas internacionales especializadas más importantes e influyentes dentro de la investigación científica*”¹³². Entendiendo por cobertura integral una selección completa pero no total de las revistas más relevantes. Esta empresa justifica sus principios de selección aplicando la ley de Bradford, según la cual un número relativamente pequeño de revistas especializadas publica la mayor parte de los resultados científicos importantes^{117,133}.

Debido al gran volumen de información científica y técnica que se produce en nuestros días, esta base de datos selecciona muy atentamente las revistas que indexa, siendo muy cuidadosa con los criterios de selección para mantener una alta calidad de la información indexada.

Publicar en una revista indexada por la Web of Science es valorado de manera muy positiva en las políticas de evaluación científica, el proceso de evaluación y selección es pormenorizado y con unos estrictos requisitos de admisión que son publicados en acceso abierto a través de su página Web^{132,134,135}.

- Tanto la evaluación como la selección de revistas es continua y se introducen y eliminan revistas de la Web of Science cada dos semanas. Realizan 2500 revisiones anuales y se aceptan alrededor de 300 que son incluidas en la base de datos.
- En el proceso de selección se aplica una consideración especial (con unas normas propias en el análisis de citas) a las revistas especializadas de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades.
- Para valorar la cobertura de las revistas especializadas se consideran las normas de publicación básicas de la revista, su contenido

editorial, la diversidad internacional y los datos de citas referentes a los autores.

- Para valorar las normas básicas de la revista, la puntualidad es un criterio obligatorio (para medir la puntualidad los candidatos deben enviar tres ediciones actuales consecutivas en el momento de ser publicadas). La puntualidad también es esencial en las revistas electrónicas. Se examina si emplea las convenciones editoriales internacionales, ya que su utilización optimiza la capacidad de obtener información.
- El inglés es considerado el idioma universal de la ciencia, por eso se valora que las revistas publiquen sus textos en inglés y es obligatorio que la información bibliográfica figure en este idioma. Aunque el 80% de las revistas están en inglés con fecha 2010 estaban incluidas revistas en 31 idiomas.
- La aplicación de la revisión por expertos (peer review) es otro requisito para su aceptación, ya que la aplicación de este proceso *“indica la calidad general de la investigación presentada”*.
- En cuanto al contenido editorial: los editores de Thomson Reuters establecen si el contenido de una

revista mejora y amplía la base de datos o si por el contrario ya está suficientemente representada.

- La diversidad internacional se valora en el contexto global en el que se desarrolla la investigación científica. Se valora esta diversidad entre autores colaboradores, editores de la revista y miembros del Consejo Asesor Editorial. Se entiende que una revista con diversidad internacional en estos términos será más relevante en la comunidad científica internacional.
- Los criterios de selección de revistas más localistas son los mismos, excepto el análisis de citas.
- El análisis de citas se realiza en dos niveles: por un lado se buscan las citas para la publicación conforme lo expresa el factor de impacto y, por otro lado se examina el registro de citas recibidas y el registro de citas de autores colaboradores (estudio útil para la evaluación de las nuevas revistas de las que no existe un historial de citas).
- También se consideran los índices de autocita, la autocita es normal y habitualmente está justificada. Un volumen importante de autocitas en revistas líderes en un campo consecuencia de la calidad o la novedad de los artículos publicados en ella es

necesario, los autores deben hacer referencia a las publicaciones anteriores que son relevantes en los nuevos resultados. Pero no debemos obviar que existen revistas donde el índice de autocitas es indebido. El 80% de la revistas incluidas en el Journal of Citation Reports (JCR) Science Edition tiene un nivel de autocita del 20%. Si Thomson Reuters observa una mayor autocitación realiza una inspección que puede llevar a la no publicación del factor de impacto de esa revista y si se determina que se ha utilizado la autocitación de una manera fraudulenta, puede considerar la cancelación de la selección de la revista en la Web of Science.

El prestigio de la Web of Science está fuertemente consolidado, sigue considerándose el principal referente en el ámbito científico. Desde el año 2007 España ha crecido mucho en revistas indexadas en esta base de datos, en la actualidad cuenta con 150 revistas y 800.000 documentos con representación institucional de nuestro país¹³⁴.

Actualmente se están realizando un número de estudios considerable relacionado con el uso casi exclusivo de la Web of Science para la obtención de indicadores bibliométricos y las nuevas posibilidades que ofrecen otras bases de datos, sobre todo SCOPUS

y Google Scholar^{56,136-139}, analizando la baja representación de revistas europeas y revistas no publicadas en inglés dependiendo de la base de datos utilizada¹⁴⁰, y estudiando las posibilidades que ofrecen bases de datos de acceso abierto¹⁴¹. También están surgiendo publicaciones que analizan los datos aportados por SCImago SJR^{130,142,143}.

1.1.6. INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS

El SCI presenta como indicadores bibliométricos más reconocidos el factor de impacto, el índice de inmediatez y la vida media de citación¹⁴⁴. Los datos sobre citaciones se obtienen de una base de datos generada por el ISI Web of Knowledge que de forma continua, computa y clasifica todas las citas que se producen en las referencias bibliográficas de una importante lista de revistas científicas de todo el mundo^{132,136}.

Factor de Impacto (FI) es el indicador bibliométrico de repercusión más utilizado¹⁴⁵. Supone la relación entre las citas recibidas en un determinado año, por los trabajos publicados en una revista durante los dos años anteriores, y el total de artículos publicados en ella durante esos dos años anteriores. El FI fue propuesto por Eugene Garfield, fundador del ISI como un método sencillo que permitía

comparar diferentes revistas con independencia de su tamaño. Se intentaba así corregir el incremento de citas que una revista podía recibir simplemente por el hecho de publicar muchos artículos. El FI de una revista para un año determinado se calcula como el número de citas recibidas durante ese año a cualquier artículo publicado por dicha revista en los dos años precedentes (numerador), dividido por el número total de artículos citables publicados por la revista en esos dos años (denominador)^{103,146}.

El FI mide la repercusión de una revista en la literatura científica a través del recuento de las citas que ha recibido de los artículos publicados en los dos años previos¹⁰³, utilizándose como un indicador indirecto de la calidad, el prestigio y la visibilidad internacional de una revista. Se considera un indicador bibliométrico objetivo, cuantificable y relativamente estable a la hora de considerar la repercusión de una revista en el ámbito científico internacional. Es un hecho reconocido que las revistas con mayor FI reciben los mejores trabajos de su área y ostentan el mayor prestigio internacional¹²³. Así, el FI permite una aproximación a la influencia del conjunto de artículos de una revista sobre la comunidad científica y como indican varios autores, no se debe tomar “impacto” como sinónimo de calidad^{123,147}. Aun así, el FI es considerado un parámetro que permite la evaluación de la calidad de una revista por varios autores y, por lo tanto, es más adecuado que los simples recuentos de los artículos publicados. Fassoulaki et al¹⁴⁸ observaron

que esta consideración es aceptada tanto en Norteamérica como en Europa, aunque los europeos muestran una mayor tendencia a intentar publicar en revistas de alto impacto, así como su inclusión en bases de datos internacionales, utilizando esta información como mérito¹⁴⁹.

En este sentido, Tobin¹⁵⁰ considera que la fórmula del FI incluye dos elementos de la calidad de la revista: el primero sería la relevancia de la revista para los investigadores de una disciplina concreta, en segundo lugar, se puede observar la habilidad de los editores para discriminar entre artículos de mayor calidad y el resto.

En los últimos años, el uso de los indicadores bibliométricos se ha desarrollado ampliamente en el campo de las tecnologías de la evaluación científica. Concretamente, una de sus utilidades ha sido la evaluación de los resultados de la investigación de empresas privadas, centros de investigación y universidades¹²³. Se está incrementando el número de estudios que analizan la investigación científica y el interés por la calidad en los ámbitos universitarios, igualmente ocurre con los análisis de la productividad de las universidades españolas, que pone de manifiesto que la mayor parte de la producción científica española se lleva a cabo por parte de un escaso número de investigadores. Por este motivo las instituciones que evalúan la producción científica de los académicos y los investigadores con el objetivo de la promoción o la contratación,

utilizan con mayor frecuencia aspectos cuantitativos en la búsqueda de criterios objetivos, considerando el número de artículos publicados por un autor y las citas que recibe, así como la influencia de la revista en la que se publicaron a través del FI^{148,151}.

Los estudios basados en el análisis de citas y en particular en FI, constituyen uno de los ámbitos más desarrollados en bibliometría. Se aplican al análisis y valoración del uso de la información científica y al análisis de la repercusión de la actividad científica de autores e instituciones, especialmente en la investigación básica y experimental y la medicina clínica. En estas áreas la publicación a través de artículos científicos en revistas especializadas es el medio habitual para la presentación de los trabajos. En un campo en el que la rapidez de circulación y la obsolescencia de la literatura es habitual, las referencias bibliográficas tienen una importancia primordial en el proceso de comunicación de los avances científicos dentro de la comunidad científica¹⁴⁵.

Alonso – Arroyo et al¹⁵² defienden que el FI es un indicador importante en la valoración objetiva de la producción científica de un investigador, un equipo o una institución al establecer criterios cuantitativos al respecto. Algunas instituciones asignan un valor cercano a cero a las publicaciones no indexadas en “MEDLINE” o en la “Web of Science”, mientras que si lo están, se les asigna una puntuación en función del factor de impacto de la revista^{124,153}.

Aunque el FI es el índice más popular, existen otros indicadores de gran utilidad para el análisis de la productividad científica, como la vida media de la citación, el índice de inmediatez y el total de citas recibidas en el año.

La **vida media de la citación** ó *cited half life*, refleja el número de años a partir del año en curso que acumulan el 50% de las citas recibidas por los artículos publicados en la revista en un año determinado^{146,153}. Un índice análogo, es la vida media de los artículos que son citados por la propia revista (*citing half life*)².

El **índice de inmediatez**, hace referencia a las citas recibidas en un año a artículos de ese mismo año divididas por el número total de artículos “citables” de dicho año².

El número **total de citas** (*absolute citation counts*) que una revista recibe un determinado año a cualquier artículo que previamente ha publicado². Este método corrige en parte los problemas de visión a corto plazo típicos del FI, aunque también tiene algunas limitaciones, como favorecer las revistas más antiguas y las que publican más artículos¹⁵⁴.

La fiabilidad de los resultados de los estudios bibliométricos depende en gran medida de su correcta aplicación, realizada con conocimiento de sus ventajas, sus limitaciones y sus condiciones óptimas de aplicación¹⁰. No cabe duda de que a pesar de las

objecciones que se pueden y se deben hacer a los indicadores bibliométricos, estos constituyen en la actualidad una herramienta útil y objetiva que facilita una mejor comprensión de la actividad investigadora.

Valorar de forma objetiva la investigación es un desafío. Se han propuesto algunos métodos, en principio objetivos, para valorar la calidad de la investigación, incluyendo la tasa de citaciones y el factor de impacto de las revistas biomédicas^{149,152}. Desde 1975, los FI de las diferentes revistas se publican anualmente en el JCR del SCI y proporcionan una comparación objetiva de la calidad científica de las revistas ampliamente aceptada. En el año 1999 Garfield publicó una editorial en la que reflexionaba sobre la utilización del FI desde los primeros años hasta ese momento, las ventajas y las limitaciones del mismo, llegando a la conclusión de que el FI *no es una medida perfecta pero no hay otra mejor*¹⁴⁶. En la actualidad el FI se sigue considerando uno de los índices más aceptados de la visibilidad e incluso del prestigio de una publicación, aunque se considera que no está exento de importantes limitaciones.

Las citas recibidas por una revista dependen de cuantas revistas sobre el mismo ámbito de interés están incluidas en la base de datos. El hecho de que sólo un número relativamente reducido de revistas no publicadas en inglés esté incluido en esta base de datos implica un sesgo que claramente favorece a las publicaciones

anglosajonas^{2,8,146}. Se ha sugerido calcular un índice modificado para las revistas que no se publican en inglés². Las revistas básicas habitualmente consiguen un importante número de citas. Estas publicaciones se centran en investigación original reciente, son citadas no sólo desde artículos básicos sino también por artículos clínicos^{2,146,154}.

Las revistas que publican más artículos tienen más oportunidades de ser citadas, y en este sentido el FI es útil porque normaliza teniendo en cuenta el tamaño de la revista¹⁰³. Por otro lado, también se ha demostrado que los artículos más largos, los que tienen muchos autores y los interdisciplinarios o con colaboraciones entre diversos centros reciben mayor número de citas⁶⁴.

La autocita también puede generar dificultades, ya que en este factor no es tenido en cuenta el cálculo del FI. Garfield¹⁵¹ acepta que los editores favorezcan la autocitación, siempre que las citas sean relevantes, como una forma de estimular a sus lectores a comparar el trabajo publicado^{155,156}.

En cuanto a artículos publicados y artículos citables, debemos advertir que todos los artículos cuentan como citables en el cálculo del FI¹⁰³. Los editoriales, las cartas al editor y los resúmenes de congresos no computan como artículos citables (denominador del FI), sin embargo, tanto las citas recibidas por estos documentos

como los artículos citados en sus referencias sí constituyen citas válidas para el FI^{144,157}. En este sentido, mantener una revista dinámica con abundantes comentarios editoriales y un amplio espacio para correspondencia beneficia de forma directa no sólo al índice de inmediatez, sino también al FI².

Las citas bibliográficas son entendidas como un medio que permite al autor escribir artículos concisos y sin repeticiones, ya que las citas que recibe la literatura implican una conexión entre los documentos, uno que cita y otro que es citado. Varias son las razones para citar una publicación anterior:

- Como homenaje a los pioneros en un campo temático.
- Para acreditar o confirmar trabajos relacionados.
- Para desarrollar ideas, conceptos, métodos iniciados en trabajos previos.
- Como soporte, el artículo citado proporciona evidencia adicional a las conclusiones.
- Para identificar métodos, equipos, ecuaciones.
- Para comparar un método relativo a un fenómeno diferente que se juzga análogo.

- Para demostrar que se han leído y se conocen las teorías anteriores.
- Para corregir o criticar trabajos previos propios o ajenos.
- Para corroborar datos o constantes físicas.

En el proceso de citación se ponen de manifiesto dos tendencias; por un lado, el autor trata de persuadir al lector de sus conocimientos, y, por otro, ofrece un reconocimiento a los colegas citados, a través del cual se manifiesta el crédito por sus descubrimientos e ideas. El análisis de citas da una medida de la actividad investigadora, la comunicación entre autores, o del impacto de los trabajos, pero el número de citas que recibe un trabajo no es una medida de su calidad científica. El análisis de citas no puede nunca sustituir al juicio humano, único válido para decidir la calidad de un trabajo como la suma de: nuevas aportaciones técnicas o metodológicas, novedad, interés, etc. En términos reales la revisión por pares, como ya se ha comentando, es impracticable.

Entre las principales limitaciones del SCI debemos destacar:

- Calcula la actividad científica, pero no la naturaleza del trabajo ni su utilidad.

- No sirve para comparar científicos de diferentes áreas, pues mientras en bioquímica se producen unas 30 referencias por artículo, por término medio, en ingeniería o matemáticas sólo se generan 10 referencias, por lo que la probabilidad de ser citado en literatura bioquímica es 3 veces mayor que en matemáticas.
- Algunas citas son negativas para criticar o corregir trabajos anteriores. Hay que destacar también que se produce una considerable cantidad de desviación en las citas que resulta de los fallos de memoria, plagios de citas aparecidas en otros artículos, sin haberlos leído, etc.
- Alta selectividad del SCI en la elección de revistas fuente que cubre, unas 3200, cuando el número se estima en más de 15.000.
- Alta proporción del área anglosajona, sobre todo norteamericanas, mientras que las revistas de pequeños países, en particular los menos desarrollados, y los no occidentales, así como las revistas no escritas en inglés (sobre todo en caracteres no románicos, cirílicos, japoneses, etc.) están muy poco representadas. Por tanto, los artículos

publicados en idiomas distintos al inglés obtienen menos citas.

- Clara inclinación hacia publicaciones biomédicas (más de un 60%), que resultan más citados. Esto trae como consecuencia que los campos de tecnología, se ven abandonados en los cómputos realizados con el SCI.

Índice h

A mediados de 2005, apareció un trabajo de un profesor de física de la Universidad de California en San Diego llamado Jorge Hirsch, que propuso un indicador que bautizó con el nombre **Índice h**¹⁵⁸. Según Hirsch, un investigador tiene un Índice h cuando h de sus trabajos han recibido al menos h citas cada uno, y el resto no ha recibido más de por trabajo. Su cálculo es sencillo, requiere ordenar los trabajos de un investigador en orden descendente del número de citas recibidas, numerándolos e identificando la posición en que el número e orden coincide con el número de citas recibidas por el trabajo^{158,159}.

Este trabajo causó gran expectación, ya que en poco tiempo varios autores, los más destacados del campo de la evaluación científica comenzaron a comentar y aplicar este índice¹⁵⁹⁻¹⁶⁵ como medida para evaluar la trayectoria científica de una persona; no sirve para evaluar

un trabajo ó una revista aisladamente. Busca medir simultáneamente la calidad y cantidad de la producción científica a través de la influencia de los investigadores dentro de la comunidad científica.

La posibilidad de ir escalando valores h es cada vez más difícil. A medida que se avanza requiere de mayor esfuerzo por lo que su proyección no es lineal. Es importante destacar que h es independiente del número de trabajos publicados, porque lo realmente importante es la distribución de citas que permite ir extendiendo el umbral. Este es uno de los problemas que se le suele achacar a los indicadores relativos basados en citas por trabajos ya que dependen mucho de la base publicada y además se ven muy influenciados por trabajos excepcionales que cosechan una cantidad de citas altísima en comparación con el resto.

En el caso del Índice h , la cola de trabajos por debajo de h puede ser muy corta o muy larga, sin que el indicador se vea alterado. De la misma forma, si tenemos una publicación extraordinariamente citada con relación al resto, sólo ocupará el primer rango manteniendo el h inalterado. Se puede decir, que el Índice h tiende a valorar un esfuerzo científico prolongado a lo largo de la vida científica¹⁶¹.

Desde su aparición ha causado un gran impacto internacional por su aplicación en la actividad de los investigadores. Su acelerada

expansión dentro de la comunidad científica se debe, por un lado, a la posibilidad de combinar una medida de cantidad y otra de impacto en un solo indicador, superando los recuentos brutos de documentos y citas, por otro lado, es un método sencillo de calcular^{159,164,165}.

Hirsch pone de manifiesto que en la actualidad existen más de 30 variaciones de este índice y está siendo utilizado para evaluar no sólo la productividad científica de los investigadores, a través de publicaciones, sino también se están valorando grupos e instituciones^{166,167}. Entre las variaciones del Índice h se pueden mencionar el *Cociente m* de un científico que se calcula dividiendo su Índice h por el número de años de actividad investigadora desde la publicación de su primer artículo. Otras propuestas excluyen las autocitas, y otras resaltan la importancia de tener en cuenta la coautoría⁴⁰ y las publicaciones realizadas como primer autor¹⁶⁸. El Índice h se concentra en el impacto del investigador, intentando distinguir aquellos investigadores que tienen gran influencia de los que publican muchos trabajos¹⁶⁹.

Como se ha expuesto anteriormente, la principal ventaja del Índice h es que combina en un solo indicador una medida de cantidad y otra del impacto de la producción¹⁷⁰. Es útil para localizar a los investigadores con más proyección en un área pero no discrimina entre los situados en niveles intermedios. Como señalan varios autores, entre ellos el propio Hirsch, este índice no debe utilizarse en

términos absolutos a la hora de evaluar la aportación científica de un investigador^{40,166,171,172}. Para clarificar esta realidad el propio Hirsch reseña que existen aportaciones científicas (Sleeping Beauties)¹⁷³ que durante un periodo largo de tiempo no suscitan interés, están dormidas y repentinamente, atraen la atención de la comunidad científica; también existen otros trabajos arriesgados o descubrimientos prematuros que obtiene un reconocimiento tardío (síndrome de Mendel)¹⁷⁴. Un ejemplo de ello, tal y como apunta el propio Hirsch, es el descubrimiento del sabor “umami”, sabor gustoso, uno de los cinco sabores básicos junto con el dulce, ácido, amargo y salado. Fue descubierto y propuesto como nuevo sabor en el año 1909, pero fue publicado por otro autor y alcanzó reconocimiento en el año 1964¹⁶⁶. Otro ejemplo podría ser el propio Hirsch si atendemos a la carta publicada en Nature por Edwards¹⁷⁵ y en la que afirma que el sistema de valoración en que se sustenta el Índice h, fue utilizado 35 años antes por el geofísico Harold Jeffrey para medir sus progresos en ciclismo, quien a su vez había tomado la idea del astrofísico Arthur Eddington.

Teniendo esto en cuenta, entre las importantes limitaciones que presenta el Índice h se han de señalar las siguientes:

- Depende del área y del número de colaboradores. No es adecuado para comparar investigadores de diferentes áreas científicas, lo que se explica por los distintos hábitos

de publicación y citación. Para contrarrestar esta limitación, diferentes autores han presentado alternativas para facilitar la comparación entre áreas^{159,163}.

- Correlaciona con el número de publicaciones. Muestra una alta correlación positiva con el número total de citas y de documentos de los investigadores, por lo que tiende a favorecer a los que cuentan con carreras científicas más dilatadas y tiene menos validez entre aquellos con un bajo número de publicaciones.
- No considera todas las citas de los artículos más citados. Estos trabajos contribuyen al Índice h de un determinado autor, pero el número de veces que son citados no influye sobre su valor. Esto es debido a que al estimar el éxito de un investigador por el Índice h se desprecian las colas de la distribución de citas. Estas colas corresponden a aquellas publicaciones que se alejan del impacto promedio, ya sea porque han sido muy citadas (cola superior), o porque apenas lo han sido (cola inferior).
- Perjudica a los investigadores selectivos, aquellos con producción moderada pero de gran impacto, frente a los grandes productores, aquellos con una gran producción pero de impacto moderado. Además, no es consistente,

ya que el efecto de la incorporación de un nuevo trabajo con un número determinado de citas puede ser diferente entre investigadores, incrementando el valor de h en unos casos y dejándolo igual en otros.

- No discrimina entre artículos elaborados por un solo autor y artículos en colaboración entre varios autores, en este segundo caso no discrimina el grado de responsabilidad en la elaboración de la publicación¹⁷⁶ por lo que pueden ser inexactamente valorados por el Índice h ¹⁷⁷.
- El h depende del tamaño de la población de los científicos que trabajan en un determinado tema, como en todos los aspectos de la vida hay modas y en la ciencia pueden producirse tendencias (bandwagon science)¹⁶⁶ que atraigan el interés de los investigadores, los que investigan en estos temas tienen más probabilidad de alcanzar Índice h alto, si el sistema de evaluación valora esto, los investigadores se centrarán en esta área y abandonarán las áreas que no le proporcionan este reconocimiento¹⁷⁸.
- Limitaciones técnicas, las principales bases de datos (Web of Science, Scopus) proporcionan herramientas para facilitar el cálculo pero los problemas de variantes de

firma, errores tipográficos dificultan la obtención correcta de este indicador de una forma automática y fiable^{160,179}.

Entre las limitaciones del Índice h, diversos autores apuntan que dos son demasiado arriesgadas a la hora de evaluar la calidad de un investigador^{29,159,170}, una de ellas es la dependencia entre el Índice h de un autor y su número total de documentos; la otra, es que los trabajos muy citados contribuyen al Índice h pero el número de veces que son citados no influye sobre su valor¹⁸⁰. Es decir, un autor con 10 publicaciones con 10 citas cada una tendría un Índice h de 10, mientras que otro autor con 10 publicaciones y 30 citas cada una, también tendría un Índice h de 10. Si tenemos otro autor con 5 publicaciones citadas cada una de ellas 50 veces su Índice h sería 5.

Se han propuesto el Índice g¹⁸⁰ y el Índice e¹⁶⁴ como alternativas que permiten conocer el valor diferencial aportado por los artículos más citados de cada investigador¹⁸¹. El **Índice g** permite alcanzar valores superiores al número h de un autor y tiene en cuenta la cantidad de citas recibidas por los documentos incluidos en el cálculo. El principal problemas es que puede verse alterado por publicaciones casualmente muy citadas no indicativas de la actividad científica del investigador¹⁵⁹. El **Índice e** hace referencia a la magnitud de número

de citas que reciben los artículos de un autor, más allá del número h, importante cuando hay una gran diferencia de citas entre los artículos¹⁶⁴.

Como se ha comentado, las diferentes herramientas bibliométricas no pueden utilizarse de una manera absoluta ni única. Evalúan la relación de engranaje que existe entre los autores, sus publicaciones y las revistas científicas en las que publican¹¹¹ y deben ser utilizadas de una forma equilibrada, considerando las características del entorno científico y social en el que se van a aplicar y sin olvidar que la investigación realizada debe tener repercusión científica o influencia social y económica suficiente¹⁸².

1.1.7. EVALUACIÓN CIENTÍFICA Y PRÁCTICAS ERRÓNEAS

Los procesos de evaluación de la actividad científica, tanto para la concesión de ayudas como para la promoción profesional pueden contribuir al deterioro de las prácticas de publicación si utilizan indicadores bibliométricos para medir la calidad sin tener en cuenta la realidad en la que se produce el conocimiento científico.

El denominado “*síndrome de publicar o perecer*” (síndrome POP ó publish or perish) designa la situación en la que los científicos publican no sólo para dar a conocer los resultados de su investigación sino como el medio para justificar su actividad y obtener su reconocimiento^{10,183,184}. A partir de los años 70 aparece un número relevante de publicaciones que analizan esta situación y los problemas que puede acarrear a la calidad de la investigación científica al favorecer actuaciones deshonestas primando la cantidad frente a la calidad^{184,185}.

En los últimos años ha surgido una preocupación que va más allá de las conductas poco apropiadas para obtener reconocimiento y se centran en las actuaciones no éticas que se producen durante el proceso de investigación relacionadas y favorecidas por el objetivo último de publicar^{77,186-188}.

Otras situaciones que se pueden observar en este sentido son, por un lado, aumentar el número de autores por artículo, aunque la colaboración no sea real, este fenómeno se denomina “*autoría gratuita*”¹⁰ y por otro lado, en ocasiones se ha observado la fragmentación de un trabajo en varias publicaciones que se deberían haber publicado en un solo artículo más completo y coherente, este fenómeno se conoce como “*síndrome LPU o least publishable unit*”.

Entre las medidas utilizadas para evitar estas conductas se pueden mencionar aquellas que intentan primar la calidad frente a la cantidad de la producción científica, para ello en algunos procesos de evaluación se les pide al autor que seleccione 3 ó 5 de sus publicaciones más relevantes para que puedan ser evaluadas por un comité de expertos.

1.1.8. NUEVOS CRITERIOS Y HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

La evaluación de la investigación en el siglo XXI entraña una concepción integradora y multidimensional en donde la revisión por expertos constituye un elemento más, junto con los modelos econométricos, estudios prospectivos y análisis bibliométricos, para la definición de la investigación, de las instituciones, de los autores que forman parte de ella y que contribuyen a la eficacia y eficiencia de los sistemas de I+D+i, como parte integrada de los sistemas de dirección y gestión de los procesos de investigación^{26,189}.

En la actualidad, la proyección y la evaluación del rendimiento de la investigación de las instituciones y equipos de investigación se ha convertido en una de las tareas principales de la bibliometría.

Los indicadores bibliométricos normalizados miden el peso relativo relacionado con otros, corrigiendo las diferencias entre disciplinas, año de publicación y tipo de publicación. Las posibilidades que ofrecen los indicadores normalizados han sido ampliamente estudiadas pero la aplicación correcta de estas herramientas en los diferentes niveles de investigación sigue siendo un reto. Así, los estudios bibliométricos relacionados con los sistemas micro y meso de análisis de investigación necesitan normas diferentes que los estudios de análisis de macro investigación¹⁸⁹.

Teniendo esto en cuenta, Glänzel et al¹⁹⁰ sugieren la aplicación de los siguientes criterios para la selección de indicadores y la normalización: el primero, estadístico-empírico, se refiere a la agrupación a través de clusters informáticos de los institutos de investigación de sus perfiles de investigación; el segundo, hace referencia a la ventana temporal utilizada para el análisis, lo más habitual es utilizar ventanas de citación de 3, 4 ó 5 años; y por último, la posibilidad de utilizar mapas bibliométricos para realizar la normalización.

En los últimos años se ha generado un debate intenso dentro de la comunidad científica relacionado con el uso de los indicadores bibliométricos normalizados como herramientas de calidad, comparando los resultados obtenidos al aplicarlos con los resultados obtenidos al utilizar el proceso de revisión por expertos. Así, y a

modo de ejemplo, para Opthof et al⁴, los indicadores bibliométricos para el análisis de citas de un artículo, no pueden compararse al proceso de revisión por expertos ya que no discriminan entre investigación buena y excelente.

Para Waltman et al⁸⁸, no existe certeza de que esto sea así (ya que según estos autores la investigación de Opthof es sesgada) y ofrecen nuevos indicadores normalizados que pretenden ser más objetivos como el “crown indicator”.

El mecanismo de normalización de “crown indicator” funciona de la siguiente manera:

Dado un conjunto de publicaciones, se cuenta para cada publicación el número de citas que ha recibido, y se determina para cada publicación su número esperado de citas. El número esperado de citas de una publicación es igual al número medio de citas de todas las publicaciones del mismo tipo de documento (es decir, artículo, carta, o de revisión), publicado en el mismo campo y en el mismo año. Para obtener el “crown indicator” se divide la suma del número real de las citas de todas las publicaciones entre la suma del número esperado de citas de todas las publicaciones.

Waltam et al, están trabajando en el “new crown indicator”⁸⁸, este último, según los autores, presenta una serie de mejoras sobre el primero. Pero continúa el debate y según los autores especializados

todavía no se ha conseguido responder a la cuestión de si el análisis de citas debe ser interpretado y reconocido como un indicador de calidad.

Por otro lado, cada vez tiene más relevancia la relación interdisciplinar y multifactorial de la investigación científica. El concepto “converging research”¹⁹¹ se relaciona con la aparición de un área de investigación interdisciplinar que estudia las conexiones entre campos de investigación que no habían tenido relación anteriormente. Adyacente a estas nuevas conexiones, los “mapas de la ciencia” proporcionan la visualización del conocimiento científico a través de la agrupación de elementos cuantitativos de trabajos científicos. Los estudios bibliométricos de evaluación de estos mapas cuantitativos han demostrado ser una herramienta útil¹⁹². Una combinación de mapas bibliométricos con estructuras cualitativas pueden proporcionar nuevas formas para abordar las políticas de ciencia¹⁸⁹.

La instauración de sistemas de evaluación de la actividad científica es una necesidad ineludible, ya que es la única forma de optimizar los recursos, siempre limitados, que se destinan para investigación. Junto a los indicadores tradicionales como el recuento de publicaciones, los fondos I+D+i y los recursos tanto humanos como materiales disponibles, los indicadores bibliométricos basados en publicaciones se han convertido en herramientas aptas para analizar

los resultados de la investigación y complementan el juicio de expertos.

El avance de las tecnologías de la información y de la comunicación ofrece nuevos espacios para los estudios métricos de la información científica. Internet ha transformado el mundo de la informática y de las comunicaciones, generando una revolución sin precedentes en el modelo tradicional de la comunicación científica^{193,194}. Internet es una oportunidad de difusión mundial y un medio de interacción entre los individuos independientemente de su localización geográfica.

Conocer si los artículos de una revista son realmente leídos es una tarea difícil. Podemos acercarnos analizando el número de entradas o de descargas completas de manuscritos y otras herramientas que a los investigadores les parecen interesantes (HTML o PDF, youtube), directamente desde las páginas Web de las revistas, desde diferentes buscadores o directamente desde PubMed^{194,195}. Facilitar las conexiones electrónicas es una medida clave para mejorar la difusión del conocimiento y se ha definido el *Web Impact Factor* como el número de enlaces que permiten acceder a la página de una revista¹⁹⁶. Los investigadores seleccionan directamente los artículos y revistas que le parecen más interesantes, surgiendo como nuevo concepto el *Factor de interés Web*², se observa que en las nuevas oportunidades que nos ofrece Internet también se cumple la ley de Bradford, las revistas de mayor prestigio son las que reciben

más visitas, aunque los sistemas de acceso abierto (open access) juegan un papel significativo a la hora de seleccionar una revista¹⁹⁷.

El entorno Web es una realidad tangible en la que las publicaciones electrónicas y las revistas de acceso abierto han cobrado gran importancia¹⁹⁴, para su evaluación será indispensable valorar si se trata de revistas de distribución comercial o de acceso abierto. Directory Access Journals (DOAJ)¹⁹⁸ es una instrumento de difusión de este último tipo de revistas, con criterios de selección para formar parte del directorio entre los cuales se valora la cobertura informativa, el acceso y la calidad (valorándose que cuente con un comité editorial y con un sistema de revisión por expertos).

Los blogs de información científica son una buena herramienta para la comunicación y difusión de los avances científicos, pero también es una de las herramientas que cuenta con más detractores, por la dificultad para seleccionar información de calidad. Existen iniciativas como la propuesta por researchblogging.org que cuentan con un sistema de revisión por expertos responsables de examinar si los blogs solicitantes son adecuados para entrar en esta red¹⁹⁹.

La Webmetría es una nueva forma de bibliometría que ofrece nuevas oportunidades²⁰⁰, aunque no está exenta de limitaciones y dificultades para valorar la calidad científica que en la actualidad solo

avalan los sistemas bibliométricos tradicionales fundamentados en la revisión por expertos^{101,201}.

1.2. GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA

Durante los últimos 30 años España ha experimentado un progreso sin precedentes en su capacidad investigadora, medida en términos de publicaciones científicas^{59,182}. En las últimas décadas el porcentaje de fondos destinados a I+D+i se ha incrementando gradualmente, consiguiendo que el país sea más competitivo en este sector⁸⁵. Las Universidades, los Organismos Públicos de Investigación (OPIs), las Redes de Investigación, los Centros de Investigación Biomédica en Red (CIBERs), el sector empresarial, el sector privado sin ánimo de lucro, los centros de I+D+i de las Comunidades Autónomas juegan un papel fundamental en el Sistema Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación.

La evaluación de la actividad investigadora en España ha adquirido un papel decisivo en el desarrollo de la ciencia en nuestro país, proporcionando reconocimiento individual y social a los investigadores y determinando su promoción profesional¹⁸². Las Universidades por su tradición como instituciones académicas

generadoras de conocimiento científico cuentan con instrumentos para medir su amplia actividad. Como ejemplos por su proximidad y características podemos mencionar el trabajo que en este aspecto realizan las universidades de La Coruña²⁰², Vigo²⁰³ y Santiago de Compostela (USC)²⁰⁴, en esta última, el Vicerrectorado de Investigación e Innovación a través de la Unidad de Gestión de la Producción Científica y Tecnológica de la Oficina de Investigación y Tecnología (OIT), realiza el análisis y evaluación de la Producción Científica anual. El objetivo de la evaluación es el seguimiento de la producción científica generada por la USC y la concesión de financiación a los investigadores, grupos de investigación, departamentos, institutos, etc., teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

Entre las entidades responsables de la evaluación de la investigación se deben citar:

- **Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP):** Organismo creado en 1986, su misión se centra en la evaluación de las propuestas de investigación, grupos de investigación que solicitan participar en proyectos de investigación y/o tecnología financiados, así como el seguimiento de los resultados de dichos proyectos.

- **Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadoras (CNEAI):** Se estableció en 1989 por indicación de la Ley de Reforma Universitaria, establece los procedimientos para evaluar sistemáticamente el rendimiento docente y científico del profesorado universitario.
- **Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA),** fue creada en el año 2002 con el objeto de potenciar la mejora de la actividad docente, investigadora y de gestión.

El Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) es el principal Organismo Público de Investigación (OPI), que financia, gestiona y ejecuta y evalúa la investigación biomédica en España²⁰⁵. Con una trayectoria de más de 20 años de investigación en ciencias de la vida y de la salud y prestación de servicios de referencia, es además el organismo gestor de la Acción Estratégica en Salud (AES) en el marco del Plan Nacional de I+D+I. Está orgánicamente adscrito al Ministerio de Economía y Competitividad y funcionalmente, tanto a éste como al Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Tiene como misión principal el fomento de la generación de conocimiento científico en ciencias de la salud y el impulso de la innovación en la atención sanitaria y en la prevención de la enfermedad. Situando al paciente y a la ciudadanía en el centro de

todos sus objetivos y actividades, fomenta y coordina la investigación Biomédica y ofrece Servicios Científico-Técnicos en colaboración con todos los agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Diversos autores destacan que en España el valor más alto de la función investigadora se le concede a las publicaciones científicas con proceso anónimo de revisión, publicadas en revistas que cuenten con FI y que ocupen posiciones relevantes en el JCR, también se valora la publicación de monografías en editoriales de prestigio, el número de patentes internacionales en explotación, los proyectos de investigación obtenidos en convocatorias públicas y competitivas y las ponencias y conferencias en congresos relevantes^{54,85}. La comunidad científica otorga reconocimiento a los investigadores que publican en revistas internacionales ya que favorece que la visibilidad internacional de España aumente, así que estos criterios benefician a la investigación, aunque no debemos olvidar que los criterios de evaluación deben tener en cuenta la disciplina a la que se apliquen^{54,102,106,182}.

La evaluación de la actividad científica y de la productividad de los investigadores es una cuestión de interés desde distintas perspectivas: financiación de la investigación, promoción de los investigadores, formulación de políticas de investigación, la planificación estratégica de la actividad universitaria, la negociación

salarial, la promoción del profesorado o la concesión de becas¹⁷⁷. Las agencias y comisiones de evaluación tienen en cuenta, de manera general, dos aspectos de la actividad investigadora: la cantidad y la calidad de la producción científica.

En la evolución de la producción científica en España es importante tal y como señala Villegas²⁰⁶ reconocer el gran avance científico que se ha vivido en nuestro país, que ha pasado del puesto 32 en el año 1963 al puesto 9 en la actualidad al hablar de cantidad de producción científica mundial. La producción de artículos científicos internacionales y la colaboración con grupos extranjeros (en la actualidad el 30% de las publicaciones) favorece la ciencia de vanguardia abarcando toda la cadena del conocimiento, mediante la integración de la investigación básica, investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

Tras varios años de existencia tanto la CNEAI como la ANECA han mostrado su incapacidad para una evaluación rigurosa de la producción científica. En estos momentos sólo el Instituto de Salud Carlos III ha iniciado un proceso, mejorable, de evaluación objetiva de esta producción.

1.2.1. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA A TRAVÉS DE ESTRUCTURAS DE INVESTIGACIÓN EN RED

En el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica para el periodo 2004-2007, aprobado por el acuerdo del Consejo de Ministros de 7 de noviembre de 2003 y en el Programa Ingenio 2010 se estableció la necesidad de impulsar la investigación de excelencia en Biomedicina y Ciencias de la Salud, por medio del desarrollo y potenciación de estructuras estables de investigación cooperativa en red, por lo que se consideró necesario desarrollar en 2006 una política de potenciación y consolidación de las estructuras, a través de la incorporación de grupos de investigación en Centros de Investigación Biomédica en Red (CIBER) con personalidad jurídica propia y que se constituyeron en áreas temáticas de interés para el Sistema Nacional de Salud^{207,208}.

El Programa Consolider y las acciones de constitución de los CIBER, supusieron una actuación estratégica para la ciencia española orientada a posibilitar el desarrollo de iniciativas que, por su dimensión y relevancia, no quedaban suficientemente cubiertas por las convocatorias usuales del Plan Nacional de I+D+i 2004-2007. La iniciativa surge en un momento en el que el Sistema Nacional de Salud había alcanzado en el área de la investigación en Biomedicina y Ciencias de la Salud una experiencia suficiente para abordar iniciativas que estimulasen organizaciones colaboradoras de

investigación físicas o virtuales, con autonomía de gestión para desarrollar líneas de investigación en el área de la biomedicina que se consideran estratégicas, destinadas a fomentar la cooperación pública estable, mediante la creación de consorcios con personalidad jurídica propia, financiados en parte por el Instituto de Salud Carlos III.

1.2.2. EL ISCIII COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA EN RED (CIBERs)

El Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), tiene como misión fundamental la prestación de servicios científico técnicos de referencia dirigidos al Sistema Nacional de Salud y el fomento y ejecución de la investigación en Ciencias de la Salud y de la Vida.

El ISCIII es la institución de ámbito estatal responsable de la AES del Plan Nacional de I+D+I. A través de tres elementos de planificación, gestión y ejecución: la AES; su política de Centros Propios, Fundaciones y Redes y Consorcios; y las Plataformas de Servicios Científico-Técnicas, constituye la referencia internacional de la investigación biomédica en España.

Las funciones del ISCIII, se sustentan en tres pilares:

- Investigación biomédica: fomento y desarrollo de una investigación de excelencia y altamente competitiva.
- Servicios científico-técnicos: Prestación de servicios de referencia de soporte a la Administración General del Estado y al Sistema Nacional de Salud.
- Formación científico-técnica sanitaria: programas de formación en salud pública, dirección y gestión sanitaria y dirección y gestión científica, orientados fundamentalmente a los profesionales de la salud.

La planificación estratégica del ISCIII, se enmarca en la Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT) y el Plan Nacional de la I+D+I, así como en las directrices establecidas a través de la Comisión Mixta formada por representantes del Ministerio de Economía y Competitividad y el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Para la implementación de dicha estrategia, el ISCIII dispone de los siguientes instrumentos:

- La Acción Estratégica en Salud, enmarcada en el Plan Nacional de I+D+I 2012.

- La política de Centros Propios, Fundaciones, Redes y Consorcios.

1. Las Plataformas de Servicios y Científico Técnicas comunes.

2. Los consorcios con las Comunidades Autónomas y otras instituciones.

Objetivos básicos son:

- La generación de conocimiento en ciencias de la salud.
- La producción de un impacto positivo en la salud de la población.
- La generación de riqueza a través de la innovación y la creación de distintas iniciativas de tipo empresarial.

1.2.3. CIBERs

Entre los objetivos del Programa Ingenio 2010, dentro del Programa Consolider, para incrementar la masa crítica y la excelencia investigadora figura la creación de Centros de Investigación Biomédica en Red (CIBER) mediante la constitución de consorcios,

con personalidad jurídica propia, sin contigüidad física, que tienen como objetivo la investigación monográfica sobre una patología o problema de salud determinado, definido de una forma amplia.

El propósito de la creación y el mantenimiento de los CIBER es impulsar la investigación de excelencia en Biomedicina y Ciencias de la Salud, que se realiza en el Sistema Nacional de Salud y en el Sistema de Ciencia y Tecnología. La importancia de este objetivo para la ciencia, la salud y la sociedad en general hace necesario que el ISCIII asuma la promoción y apoye la financiación de estos CIBER.

Los CIBER, **son grupos de entidades que se consorcian para desarrollar una amplia misión científica** sobre una patología o grupo de patologías específicas o sobre un área estratégica de investigación, bajo el liderazgo de un director científico²⁰⁵.

Estos grupos trabajan en red con el objetivo de **desarrollar la investigación cooperativa**, aunar los esfuerzos de todos y los distintos enfoques metodológicos **para lograr la rápida traslación de los conocimientos generados** por la investigación básica a la práctica clínica.

Actualmente, en España, existen 9 Centros de Investigación Biomédica en Red:

- **CIBER Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición.** Que completa la Estrategia para la Nutrición, Actividad Física y prevención de la Obesidad (NAOS) aprobada por el Ministerio de Sanidad y aborda investigaciones sobre las interacciones entre factores genéticos y factores ambientales relacionados con la alimentación y la falta de ejercicio que causan la obesidad.

- **CIBER Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina.** La investigación en este campo es de especial importancia por su carácter horizontal y capacidad para servir de base para otras áreas de investigación. Así, las investigaciones en nanotecnología, por ejemplo, permiten mejorar los sistemas de diagnóstico, y la bioingeniería, la capacidad de reparar o generar tejidos humanos.

- **CIBER Epidemiología y Salud Pública.** Dedicado a analizar la distribución y magnitud de los problemas de salud pública e identificar sus factores determinantes con el objetivo de evaluar la efectividad de las políticas de

salud, ya sean públicas o implementaciones prácticas en prevención y resolución.

- **CIBER Enfermedades Respiratorias.** El Plan Nacional de I+D+I 2004-2007 identifica ya las enfermedades respiratorias como prioridad entre las investigaciones biomédicas por su alta prevalencia, y la necesidad de investigar en este campo aumentará con el envejecimiento de la población.
- **CIBER Enfermedades Hepáticas y Digestivas.** Estas patologías tienen importantes consecuencias socioeconómicas puesto que el 20% de los ingresos en hospitales de alto nivel se deben a ellas.
- **CIBER Enfermedades Neurodegenerativas.** La convocatoria de Redes temáticas de investigación cooperativa sanitaria (RETICS) identificó a más de 140 grupos de investigación con más de 650 investigadores españoles trabajando en este campo de la biomedicina,

de fuerte impacto en una sociedad cada vez más envejecida, lo que ha permitido que este CIBER se consolide como referente investigador en este campo.

- **CIBER Salud Mental.** Desarrolla actividades de investigación (básica, clínica, epidemiológica y en servicios de salud) relacionadas con el diagnóstico y tratamiento de los trastornos psicóticos, afectivos, conductuales y de personalidad, así como los aspectos sociales que implica la Salud Mental.
- **CIBER Diabetes y Enfermedades Metabólicas.** Dedicó su empeño a la investigación de la Diabetes Mellitus tipos 1 y 2, su dimensión genética, la autoinmunidad, el impacto de éstas sobre las enfermedades metabólicas asociadas y la obesidad, citándose aquí sólo parte de sus objetivos y objetos de estudio.
- **CIBER Enfermedades Raras.** Apoya el estudio y la investigación científica y técnica en el campo de las enfermedades raras, especialmente en la investigación genética, molecular, bioquímica y celular, y con el objetivo de mejorar nuestra comprensión de las causas y de los mecanismos patogénicos de estos trastornos.

El objetivo de estos centros, que junto a las RETICS conforman las Estructuras de Investigación en Red del Sistema Nacional de Salud, es dar prioridad a la investigación en determinadas áreas de especial interés para la población, gracias a una estructura que permite una mayor autonomía de gestión a sus integrantes. En definitiva, **estos centros son equiparables a los grandes institutos de investigación del país** y el objetivo es que se conviertan en referencia internacional en aquellos campos objeto de su actuación científica²⁰⁷.

1.2.4. CIBER FISIOPATOLOGÍA DE LA OBESIDAD Y NUTRICIÓN (CIBERobn)

Definición y fines

El CIBERobn es un consorcio de investigación dotado de personalidad jurídica propia, según el artículo 6.5 de la Ley 30/1992, de 26 de Noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, con patrimonio propio y capacidad de obrar, para el cumplimiento de sus fines, que tiene por objeto promover y colaborar en la investigación científica,

desarrollo del conocimiento y transferencia del mismo hacia la sociedad. Consorcio constituido al amparo de la Orden Ministerial SCO/806/2006, de 13 de marzo (BOE 21 de marzo) por la que se aprueban las bases reguladoras para la concesión de ayudas destinadas a financiar estructuras estables de investigación cooperativa en el área de biomedicina y ciencias de la salud.

Está integrado por 25 grupos de investigación, sin contigüidad física, pertenecientes a diferentes administraciones, instituciones y comunidades autónomas, del sector público con líneas y objetivos de investigación centrados en el área específica de obesidad y nutrición. El centro resulta del acuerdo de consorcio entre las entidades a las que pertenecen cada uno de los grupos de investigación, adquiriendo el CIBER un carácter multidisciplinar y multiinstitucional donde se integra la investigación básica, clínica y poblacional, al objeto de desarrollar un único programa común de investigación, focalizado en obesidad y nutrición, de indudable relevancia para el Sistema Nacional de salud por su prevalencia y repercusión social.

El CIBERobn desarrolla una tarea estratégica de coordinación de la investigación aprovechando las sinergias existentes entre los diferentes grupos de investigación biomédica que lo conforman, impulsando la investigación de excelencia en biomedicina y ciencias de la salud que se realiza en el Sistema Nacional de Salud y en el Sistema de Ciencia y Tecnología y contribuyendo a fundamentar

científicamente los programas y políticas del Sistema Nacional de Salud en el área de la obesidad y nutrición considerada ésta como área prioritaria del Plan Nacional de I+D+I²⁰⁵.

La actividad económica, la gestión financiera y los procedimientos de gestión en general vienen regulados por los estatutos del CIBER, así como las leyes de la administración de entes públicos.

Por otro lado, la actividad de investigación biomédica traslacional del CIBERobn incide directamente en el desarrollo de la I+D+i de las empresas del sector alimentario del país, así como sobre otras acciones del gobierno español como la estrategia NAOs.

El **fin** fundamental del CIBERobn, de acuerdo con los estatutos, es la promoción y protección de la salud por medio del fomento de la investigación, tanto de carácter básico como orientada a los aspectos clínicos y traslacionales en el ámbito del área de fisiopatología de obesidad y nutrición.

La **misión** del CIBERobn es ayudar en el avance del entendimiento de los mecanismos que contribuyen al desarrollo de la obesidad, para reducir su incidencia y prevalencia así como sus complicaciones, además de las enfermedades relacionadas con la nutrición. A través de su liderazgo en la investigación biomédica traslacional integra la investigación básica, clínica, epidemiológica y

de salud pública, así como la asistencia médica y la educación en el ámbito público de la obesidad y la nutrición, convirtiéndose por todo ello en un centro de investigación de referencia con un potencial competitivo de internacionalización y para proveer servicios de asesoría en I+D+i a compañías tanto farmacéuticas como de la alimentación, así como a las autoridades sanitarias del país.

Objetivos generales

- Desarrollar en España grupos de investigación sobre los mecanismos sociales y biológicos que generan, mantienen y perpetúan la obesidad, desarrollar nuevos modelos preventivos y terapéuticos y actuar como asesor de las autoridades sanitarias y de la población sobre estos.
- Estudiar la contribución de la nutrición a este problema así como su papel en la prevención de patologías prevalentes como las enfermedades cardiovasculares o el cáncer, y en la promoción de la salud.
- Lograr un funcionamiento en red cooperativa de los grupos de investigación integrantes del CIBER, asegurar que estos grupos sean independientes y de primer nivel a escala

internacional, con abordaje de los problemas básico, clínico y combinado, permitiendo el desarrollo de traslacional.

- Ayudar a la consolidación y potenciación de grupos emergentes de investigación y ejercer un liderazgo sobre grupos clínicos de alto nivel para que alcancen la excelencia en producción científica.
- Contribuir a la sinergia de todos los integrantes del CIBER fomentando la utilización de estructuras y plataformas conjuntamente, la diseminación de resultados, el abordaje desde ópticas diversas de los problemas investigados por los grupos y mejorando la eficiencia de los recursos físicos y estructurales dedicados a la investigación.
- Permitir el abordaje de estudios multicéntricos de alta complejidad tanto nacional como internacional, con un énfasis en los programas de investigación de la Unión Europea.
- Contribuir al establecimiento y desarrollo de grupos de investigación en centros clínicos terciarios de alto nivel dedicados a los objetivos del CIBER.

- Ejercer una labor de formación de alto nivel para los jóvenes investigadores integrantes de grupos, favoreciendo su movilidad y conocimiento de los diversos grupos que integran el CIBER.
- Promover la transferencia de los resultados generados por la investigación en el CIBER hacia el sector productivo y la sociedad.
- Realizar una labor activa de divulgación y de participación en actividades docentes con objetivo social.
- Asesorar a las autoridades sanitarias a nivel europeo, español y autonómico en las tareas de planificación de la investigación, inversión estratégica y técnicas de prevención y nuevas terapias en el tratamiento de la obesidad y desórdenes nutricionales.

Para evitar el solapamiento de áreas temáticas y mejorar la eficiencia de la investigación, cada CIBER presenta una serie de descriptores de acuerdo a su temática.

Según se desprende del convenio de creación, el Consorcio CIBERobn desarrollará actividades de investigación (básica, clínica,

epidemiológica y en servicios de salud) y de desarrollo tecnológico, relacionadas con los siguientes apartados:

- Obesidad nutrición y ejercicio físico
- Genética de la obesidad
- Factores reguladores de la homeostasis del peso corporal
- Dieta mediterránea y prevención de alteraciones metabólicas
- Obesidad infantil e influencia del género en la obesidad

La evaluación de la producción científica del CIBERobn y de los otros CIBERs se hace necesaria. Para la **evaluación de los CIBERs**, el ISCIII cuenta con la Comisión Técnica de Evaluación de Redes – subprograma CIBER (CTER), a través de una “Guía de Seguimiento y de Evaluación de Resultados Anuales de los Centros de Investigación Biomédica en Red”, marca las directrices y los apartados que serán evaluables²⁰⁵. La CTER realiza el seguimiento y evaluación del programa científico según los resultados alcanzados y atendiendo al informe de evaluación elaborado por el Director Científico de cada CIBER y por su Comité Científico Asesor Externo (CACEx).

El objetivo fundamental de la evaluación es el seguimiento de las actividades científicas de los CIBER y de los resultados y efectos que de las mismas se derivan. Las dimensiones y criterios de la

evaluación han ido variando desde la constitución de estos consorcios, como se expondrá más adelante, dificultando la elaboración de estrategias de producción científica desde estas entidades, las características básicas de los diversos criterios de evaluación se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

- Grado de cumplimiento de los objetivos estratégicos del ISCIII para las estructuras estables de investigación.
- Resultados en publicaciones científicas, traslación y transferencia.
- Avances aportados en el conocimiento e innovación.

1.2.5. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN ESTABLECIDOS POR EL ISCIII PARA LOS CIBERs

Tal como se ha señalado anteriormente, “la Orden SCO/806/2006, por la que se aprueban las bases reguladores para la concesión de ayudas destinadas a financiar estructuras estables de investigación cooperativa, en el área de biomedicina y ciencias de la salud, en el marco de la iniciativa Ingenio 2010, Programa Consolider, Acciones

CIBER”²⁰⁵, contempla la posibilidad de prórroga de las ayudas sometiendo éstas a las condiciones que al efecto determine la resolución de la convocatoria. En este sentido, la “Resolución del 30 de marzo de 2006, del Instituto de Salud Carlos III”²⁰⁷ define los organismos y los plazos en los que se desarrollará la evaluación y seguimiento de los CIBER.

En el año 2006, se estableció que el Subdirector General de Redes y Centros de Investigación Cooperativa, con el apoyo de la CTER, sería el responsable de establecer los procedimientos para el seguimiento científico-técnico y de constituir los órganos, comisiones y expertos necesarios para realizar las actuaciones de seguimiento y comprobación de las actividades científico-técnicas de los CIBER. También se estableció que en base a la evaluación final se decidiría sobre la prórroga de las ayudas de financiación de estos consorcios.

En el año 2007 se elabora el “Acuerdo Específico de Financiación por Objetivos (AEFO)” donde aparecerán las primeras propuestas sobre indicadores de evaluación de la producción científica:

- Publicaciones
- Proyectos
- Creación de riqueza o entorno
- Transferencia con el sistema nacional de salud
- Fondos obtenidos

En el año 2008 surge un intenso trabajo “interCIBER” e “intraCIBER” para buscar propuestas de evaluación que recojan la actividad científica atendiendo a las características particulares de los CIBER (estructura, características de los grupos, tipo de investigación, etc.).

En cuanto a las publicaciones científicas, el ISCIII estableció que sólo se contabilizaban las publicaciones en las que apareciese el CIBER correspondiente como una de las entidades a las que pertenecían los autores (obligatorio para todas las evaluaciones a partir de ese año, denominado filiación).

Los indicadores que se debían seguir eran los siguientes:

- Publicaciones en primer cuartil del SCI del año 2006.
- Publicaciones en colaboración de al menos dos grupos pertenecientes al mismo CIBER, recogidas en el SCI del 2006 independientemente del cuartil al que perteneciesen.

En los casos en los que los artículos producidos estuviesen por debajo del objetivo a alcanzar propuesto por el AEFO, la entidad evaluadora podía aplicar los siguientes factores de corrección:

- Publicaciones en revistas del primer decil del área temática.
- Publicaciones en revistas de gran impacto y visibilidad científica ($FI > 15$) y publicaciones de ciertas áreas temáticas

que no tenían FI pero reconocidas como relevantes en su área (denominadas “publicaciones de gran prestigio”).

- Número significativo de publicaciones en revistas de segundo cuartil.
- Porcentaje elevado (más del 50%) de publicaciones en que los miembros del grupo figuran como primer autor o autor responsable de recibir la correspondencia).

En el año 2009 se establecieron como indicadores AEFO para las publicaciones científicas los siguientes:

- Publicaciones en el primer cuartil del área temática.
- Publicaciones en primer decil del área temática.
- Revistas con FI superior a 15.
- El 50% de las publicaciones como en las que un miembro del CIBER fuese primer autor o autor responsable de la correspondencia.
- Publicaciones en colaboración:
 - o IntraCIBER (valorándose teniendo en cuenta el número de grupos que colaboraban)
 - o InterCIBER
 - o Nivel estatal
 - o Nivel Internacional

Teniendo en cuenta estos indicadores y la evaluación realizada por un Comité de Evaluación Internacional se realizó una evaluación cuatrienal (2006 – 2009).

A partir del año 2010, el ISCIII elabora unas guías anuales, “Guías de seguimiento de evaluación de resultados anuales de los Centros de Investigación biomédica en Red (CIBER)”²⁰⁹, con la finalidad de constituir un marco estable de las actividades básicas y el contenido fundamental de la evaluación de seguimiento y de resultados anuales de los CIBERs. Pero todavía no se observa una metodología sistematizada y objetiva para realizar esta evaluación.

Desde el CIBERobn, para adaptar el proceso de evaluación de la producción científica a las exigencias marcadas por el ISCIII, exigencias que no están claramente definidas y con criterios que varían de unos años a otros, hemos elaborado un “Documento de Metodología Interna de Evaluación”. Este procedimiento se ha elaborado con el consenso de todos los grupos que configuran este CIBER, recoge todos los aspectos relevantes de la producción científica de este consorcio que trabaja en red y con una temática específica. El objeto de este documento es actuar como protocolo para guiar las actuaciones respecto la producción científica de los grupos y alcanzar los objetivos de excelencia marcados de una manera somera por el ISCIII, otorgando una puntuación a los grupos basada en unos criterios objetivos de evaluación, utilizando un

análisis bibliométrico de la producción científica de los grupos CIBERobn.

La actividad de todos los agentes implicados en el Sistema Nacional de I+D+i es evaluada para lograr un mayor rendimiento y adecuación de los fondos destinados a las mismas. En un contexto en el que la concentración de redes de investigación se convierte en un mecanismo para potenciar la productividad y la calidad de la investigación^{18,189}, la valoración de la actividad científica en España requiere de profesionales cualificados que posibiliten una evaluación sistematizada, eficaz y eficiente²⁰⁶ de la calidad, la productividad, la relevancia y la viabilidad científica a largo plazo.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1. La evaluación de la producción científica con criterios objetivos, rigurosos y de calidad es una obligación inherente de las agencias, organismos o entidades encargados de la gestión de los fondos que la Administración destina para financiar la investigación. Obligación que tienen para con la sociedad, la administración y los propios investigadores.
2. El marco temporal y los criterios de evaluación de las agencias financiadoras están mediatizados por aspectos presupuestarios, de política científica y la disponibilidad de herramientas de gestión científica ampliamente aceptadas.
3. La publicación científica es el ítem más valorado en el proceso de evaluación y el marco temporal habitual en el que se realiza una evaluación es el anual.
4. Cómo evaluar las Publicaciones Científicas es objeto de debate. La evaluación “por expertos ó pares” es considerada la más efectiva, pero la necesidad de que éstos sean realmente expertos, que no presenten conflictos de interés, que no

muestren amistad o enemistad manifiesta hacia los autores, que no estén influidos por el prestigio de la institución y, finalmente, que estén abiertos a las novedades que desafíen el paradigma, hace esta evaluación imposible a efectos prácticos.

5. La evaluación más objetiva de un autor, o grupo de investigación, sería la realizada tiempo después de que éste hubiese dejado su actividad investigadora, o como mínimo con una perspectiva temporal de cinco años (ya que contamos con herramientas para ello tal como el FI de cinco años). Por el contrario, cuanto más cercana es la evaluación aparece más propensa a deformaciones, es difícil encontrar herramientas que permitan cuantificar la importancia o repercusión del mismo en intervalos de tiempo menores. Sin embargo, el desafío para los organismos de gestión radica en hacer una “evaluación en tiempo real”. Esto es, evaluar al investigador en base a lo que realizó poco tiempo antes, en general el año anterior, en el que debería intentarse hacer una foto fija a todos los grupos, con unas mismas premisas. Si bien las evaluaciones del ISCIII pueden ser a los tres o cuatro años de concesión de un proyecto (duración del mismo), lo es del año previo cuando se trata de la evaluación de los CIBER.

6. La evaluación anual es una exigencia de las agencias financiadoras, que cuenta al menos con dos fines: conceder la financiación a los grupos susceptibles de financiación (como los CIBER), posibilitando cambios precoces en la política científica en base a intereses estratégicos de índole socioeconómica.
7. La evaluación debe fundamentarse en dos componentes:
 - a. Valor intrínseco de las publicaciones, la “Calidad Objetiva” del trabajo internacionalmente aceptado.
 - b. Valor añadido o extrínseco de las publicaciones, visualizado a través de la adecuación de las mismas a los “Criterios Gestión Científica” establecidos por el gestor. Éstos permitirían la corrección de posibles perturbaciones aplicando factores correctores modificadores de la evaluación de los trabajos en base a factores intrínsecos de los mismos, como la categorización de la autoría.
8. La “Calidad Objetiva” debe estar configurada por aquellos criterios comúnmente admitidos para juzgar la calidad y que puedan ser aplicados en “tiempo real”, entendido éste como precoz. Como subrogado de la calidad más ampliamente aceptado destaca el FI de la revista en la que se ha publicado el trabajo. Para poder realizar una evaluación en tiempo real, indicadores bibliométricos como el número de veces que ha sido

citado un artículo no pueden ser utilizados, ya que no se dispone de un periodo de tiempo prudente para aplicar correctamente dicho indicador.

9. La evaluación indirecta a través de criterios de Calidad Objetiva, ya que el FI es un índice de la revista, no del artículo, implicaría menos errores en la evaluación que intentar valorar la propia publicación. Esta situación viene derivada del propio marco temporal de la evaluación, anual, y de la dificultad de implementar criterios específicos para evaluar los diferentes artículos que suponga una mejora sobre la evaluación por pares obligada por las propias revistas, ya aceptada en el mundo científico.
10. El componente de Criterios de Gestión Científica estará formado por aquellos factores relacionados directa o indirectamente con la investigación que los organismos de Dirección Científica y/o Gestión deben impulsar o deprimir en la actividad científica.

Si bien el objetivo final de este trabajo es presentar una metodología objetiva para la evaluación de un componente de la productividad

científica, las publicaciones, se hace necesario alcanzar varios objetivos específicos:

1. Comparar la metodología utilizada por el CIBERobn y la utilizada por la USC y el ISCIII, utilizando como referencia la producción científica del CIBERobn del año 2010. Analizar cómo la utilización de estas metodologías repercute en la valoración de los grupos de investigación.
2. Presentar una nueva metodología de evaluación de la producción científica basada en la desarrollada por el CIBERobn para uso interno.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio que aquí se presenta se han utilizado los datos relacionados con las publicaciones científicas del año 2010 de los 25 grupos de investigación pertenecientes al CIBERObn. Han sido evaluados individualmente, y cada grupo de investigación fue identificado con una sigla alfanumérica : G1...G25.

Se denomina "Publicación Científica" en este trabajo a las publicaciones periódicas indexadas en revistas registradas en el Journal of Citation Reports (JCR) del Science Citation Index (SCI), en las cuales al menos uno de los autores pertenece al CIBERObn y que además citan al CIBERObn en el apartado de filiación del autor o en los agradecimientos.

Además, se considera publicación científica a los artículos originales científicos, las revisiones, editoriales y los casos clínicos, consensus y guías clínicas. No se han considerado "proceedings" de congresos ni cartas al editor.

Han sido utilizados tres métodos para la valoración de dicha producción:

- "Ayuda a la Investigación de la USC. Puntuación de las actividades valorables de investigación".

- "Guía de seguimiento y de evaluación de resultados anuales de los Centros de Investigación Biomédica en Red (CIBER)" del ISCIII.
- El método aquí propuesto "Documento de metodología interna de evaluación CIBERobn".

En lo posible, se intentará aislar en cada uno de los métodos dos componentes, con el objeto de ofrecer resultados individualizados:

Calidad Objetiva, que hacen referencia a los criterios intrínsecos de la publicación, el valor de la publicación por sí misma.

Gestión Científica, que hacen referencia a criterios extrínsecos a la publicación, no tienen que ver con el valor estrictamente científico de la misma sino con otras circunstancias que modulan o modifican la anterior según criterios de gestión preestablecidos.

3.1. EVALUACIÓN DE LA USC

La USC ha aprobado un documento-guía "*Ayuda a la Investigación de la USC. Puntuación de las actividades valorables de investigación*" en el que se hace explícito el método para valorar la producción científica Departamentos, Institutos, Estación biológica o Centros singulares con el objeto de repartir ayudas propias. El documento es de libre acceso a través de la página Web de la USC, en la sección "Servicios de Investigación/Producción Científica"²⁰⁴.

Este documento suele ser similar al de años anteriores, en los que la USC puede introducir pequeñas modificaciones que tienen que ver fundamentalmente con la clasificación de las revistas, ya que éste es un aspecto que está en permanente cambio. Aquí presentamos la referente a la producción del año 2010, ya que éste representa el marco temporal del Material de esta tesis.

La evaluación de la USC cubre muchos y diversos aspectos derivados del gran número y la diversidad de áreas que evalúa, por lo que requiere de una valoración que contemple de una manera general las peculiaridades de todos ellos. El 26% de los grupos de investigación de la USC pertenecen a las Ciencias Experimentales, el 24% a las Ciencias de la Salud, el 24% a Ciencias Sociales y Jurídicas, el 8% a Enseñanzas Técnicas y el restante 18% a Humanidades.

Para la evaluación de la producción científica la USC tiene en cuenta diversos "componentes":

- Dirección de tesis doctorales.
- Publicaciones no periódicas (libros, capítulos de libro, publicaciones cortas, publicaciones derivadas de congresos).
- Publicaciones periódicas.
- Organización de congresos.
- Patentes registradas.
- Solicitud de proyectos de investigación.

Finalmente, el método utiliza un Índice de Captación de Costes Indirectos como corrector de la puntuación final obtenida por el grupo previo paso para el cálculo del montante económico de la ayuda a percibir por el evaluado.

El documento-guía indica cuáles son las actividades valorables, qué puntuación recibe cada una de ellas y cómo introducir los datos a través de la cumplimentación de unas fichas de actividades por medio de una aplicación Web. La evaluación de la Producción Científica se realiza de manera automática una vez introducidos los datos. Se consideran "componentes valorables" aquellos que cumpliendo los requisitos se incluyan en la aplicación en el plazo establecido. Siguiendo los criterios de una política de responsabilidad social, no se requiere el envío de la documentación

justificativa de las contribuciones registradas en la aplicación informática.

3.1.1. PUBLICACIONES CIENTÍFICAS EN LA USC

Para la valoración de las publicaciones científicas, identificadas en la USC como publicaciones periódicas, es imprescindible que se recojan en la aplicación informática los siguientes datos de cada una de las publicaciones científicas evaluables²⁰⁴:

1. Título del artículo; autores (identificando el autor o autores que pertenecen al departamento), especificar el número de autores por departamento y el total de autores; nombre completo de la revista, abreviatura de la revista, volumen, número, periodo, páginas (inicial y final), año de publicación.
2. Filiación: sólo se valoran las publicaciones en las que al menos uno de los autores pertenezcan a la USC y también deben estar vinculados al departamento/instituto, etc. que introduce los datos. Cuando debido a las normas de publicación no sea posible reflejar la pertenencia de alguno o todos los autores al departamento al que pertenecen se valorará este ítem siempre que se justifique documentalmente la imposibilidad de dicha filiación, será el Vicerrectorado quien

autorice su valoración siempre que se solicite e introduzcan los datos antes del fin del plazo para introducirlos en la aplicación.

3. Evitar la duplicidad de trabajos: la dirección del departamento debe revisar las actividades realizadas por varios de sus miembros, lo que se valorar es la investigación de un grupo, de un departamento, no la evaluación individual de un profesor – investigador.
4. Es imprescindible que se cubra el número total de autores y el número de autores por departamentos.
5. Cuartiles a los que pertenece la revista en la que se ha publicado el artículo.

La USC considera publicaciones periódicas a las publicadas en revistas tanto en formato papel impreso como electrónico. Las publicaciones son clasificadas en cinco tipos:

1. **Artículo en publicación tipo A1**
2. **Artículo en publicación tipo A2**
3. **Artículo en publicación tipo A3**
4. **Artículo en publicación tipo B**
5. **Editor/coordinador de un número monográfico de una revista científica.** (No ha sido valorado por no ser "Publicación Científica")

Para conocer la clasificación de las revistas, la USC ofrece un listado con las revistas que se evalúan y la tipificación de las mismas, para la confección de este listado se utilizan las versiones disponibles más actualizadas de diversas bases de datos: JCR (Journal of Citation Reports), CARHUS (Clasificación de Revistas Científicas de los ámbitos de las Ciencias Sociales y Humanidades), ERIH (*The European Reference Index for the Humanities*), INRECS (Índice de Impacto de la Revistas Españolas de Ciencias Sociales), INRECJ (Índice de Impacto de la Revistas Españolas de Ciencias Jurídicas), DICE (Difusión y Calidad Editorial de las Revistas Españolas de Humanidades y Ciencias Sociales y Jurídicas), Índice ICDS (Índice Compuesto de Difusión Secundaria). En caso de que una revista esté en varias clasificaciones o subáreas se asignará a la revista la clasificación más alta.

Para clasificar las publicaciones en algunos de los tipos la USC explicita una serie de criterios en base al cumplimiento de alguna condición relacionada con las bases de datos anteriores. Para las Áreas de la Salud el índice habitualmente utilizado es el del JCR:

1. Artículo en publicación tipo A1

Revistas incluidas en el primer cuartil teniendo en cuenta la materia o área a la que pertenece y utilizando el último FI publicado en el JCR, en este caso en 2009, ya que se valora

la producción de 2010, que se haría antes de la publicación del JCR de 2010.

2. Artículo en publicación tipo A2

Revistas incluidas en el segundo cuartil teniendo en cuenta la materia o área a la que pertenece y utilizando el último FI publicado en el JCR.

3. Artículo en publicación tipo A3

Revistas incluidas en el tercer cuartil teniendo en cuenta la materia o área a la que pertenece y utilizando el último FI publicado en el JCR.

4. Artículo en publicación tipo B

Revistas incluidas en el cuarto cuartil teniendo en cuenta la materia o área a la que pertenece y utilizando el último FI publicado en el JCR.

Valoración de las publicaciones en la USC

- 1. Artículo en publicación tipo A1** se valora con 12 puntos.
- 2. Artículo en publicación tipo A2** se valora con 8 puntos.

3. **Artículo en publicación tipo A3** se valora con 4 puntos.
4. **Artículo en publicación tipo B** se valora con 2 puntos.

Ponderación de la Producción Científica utilizando criterios de financiación

Una vez valorados todos los ítems (tesis, publicaciones no periódicas, publicaciones periódicas, organización de congresos, patentes y solicitud de proyectos de investigación), la puntuación final se corrige con un factor corrector que tiene que ver con la captación de fondos para la investigación.

1. La media anual de puntos de Producción Científica de cada uno de los grupos se multiplica por un “Índice de Captación de Costes Indirectos” para calcular la financiación a percibir.
2. El “Índice de Captación de Costes Indirectos” se calcula de la siguiente manera:
 - a. Se computa el promedio por IP (investigador principal) de captación de costes indirectos de cada investigador individual, grupo, departamento, etc. (Costes Indirectos Promedio, CIP: se asignará un peso del 75% a los costes

captados por proyectos competitivos y un 25% a los captados por contratos, convenios, informes, etc.).

- b. Se ordenan los investigadores/grupos/departamentos/etc. por orden decreciente del parámetro CIP.
 - c. El índice multiplicador, CIP, de cada investigador, grupos, departamentos, etc. evaluados se asigna de la siguiente manera:
 - **Índice 5** a los que están en los dos primeros deciles.
 - **Índice 4** a los que están en los dos deciles siguientes
 - A partir de aquí se continúa hasta asignar un **Índice** a los dos últimos deciles.
3. La financiación global percibida por un grupo de investigación en un año determinado no puede superar el 100% del valor promedio de los fondos captados por los grupos por costes indirectos de actividades de I+D en los últimos tres años.

3.1.2. PROCESO DE EVALUACIÓN UTILIZANDO CRITERIOS DE LA USC

Evaluación utilizando criterios de Calidad Objetiva de la USC

El componente utilizado para valorar una publicación científica con Criterios de Calidad Objetiva ha sido el cuartil al que pertenece la revista en la que están publicados los artículos evaluables. Descrito en el apartado 3.1.1.

Evaluación utilizando criterios de Calidad Objetiva - Gestión Científica de la USC

Las puntuaciones obtenidas de Calidad Objetiva se modularon utilizando el "Índice de Captación de Fondos Indirectos", que hace referencia al criterio de gestión corrector introducido por la USC descrito en el apartado 3.1.1.

La diversidad de las entidades a las que pertenecen los grupos, no permite cuantificar homogéneamente los costes indirectos. Al ser las retenciones muy diferentes se han utilizado para el cálculo el 100% de los fondos captados, con la ponderación descrita en 3.1.1.

3.2. EVALUACIÓN DEL ISCIII

También el ISCIII suele introducir pequeñas modificaciones año a año en el método de evaluación. Aquí presentamos la referente a la producción del año 2010²⁰⁹, ya que éste representa el marco temporal del Material de esta tesis.

El objetivo fundamental de la evaluación de la CTER (Comisión Técnica de Evaluación de Redes – subprograma CIBER) es el seguimiento de las actividades científicas del CIBER (Centros de Investigación Biomédica en Red) y de los resultados y efectos que de las mismas se derivan. Presenta una particularidad, la puntuación máxima que puede ser obtenida por un CIBER será de 100. Las dimensiones evaluables son:

- Grado de cumplimiento de los objetivos estratégicos del ISCIII para las estructuras estables de investigación.
- Resultados en publicaciones científicas, traslación y transferencia.
- Avances aportados en el conocimiento e innovación.

3.2.1. PUBLICACIONES CIENTÍFICAS EN EL ISCIII

El segundo apartado, referido a los indicadores de Resultados en Publicaciones Científicas, puede alcanzar un valor máximo de 35 puntos²⁰⁹. Se consideran Publicaciones Científicas aquellas que estén relacionadas con la temática del CIBER y que citen al CIBER en el apartado de filiación de los autores. Deben estar publicadas en revistas de primer y segundo cuartil de las bases de datos del ISI y en las que al menos un autor sea miembro del CIBER. Se valoran publicaciones identificadas como artículos originales, revisiones o artículos editoriales, no se aceptará otra tipología documental ni estudios clínicos - epidemiológicos. Se valoran las publicaciones del año 2010, no se admiten las publicaciones que aunque estén aceptadas no hayan sido publicadas o estén accesibles en la red ("in press"). Se toma como referencia del FI de las revistas, el publicado en el JCR de 2009.

Valoración de las publicaciones por el ISCIII

Se valoran y puntúan los siguientes indicadores²⁰⁹:

- **Indicador 1: Número de publicaciones en los índices de citación del JCR en el primer y segundo cuartil del año 2009, puesto que ese sería el último publicado, se valora con una puntuación máxima de 12 puntos.**
- **Indicador 2: Factor de impacto medio de las publicaciones del primer y segundo cuartil, se valora con una puntuación máxima de 6 puntos.**
- **Indicador 3: Número de publicaciones colaborativas en primer y segundo cuartil, en donde además se valora el tipo de colaboración (IntraCIBER, interCIBER y con otras estructuras estables de investigación, nacionales e internacionales), se valora con una puntuación máxima de 9 puntos.**

- **Indicador 4: Factor de impacto medio de publicaciones colaborativas del primer y segundo cuartil**, se valora con una puntuación máxima de 8 puntos.

La valoración final es el resultado de la suma de los 4 indicadores.

Así en la asignación de puntuación sería la siguiente para cada indicador:

- **Indicador 1: Número de publicaciones en los índices de citación del JCR en el primer y segundo cuartil:**
 1. Se cuantifican todas las publicaciones que cumplen estos criterios.
 2. Se puntúan de la siguiente forma:
 - a. 1 punto para cada artículo que está en revistas de primer cuartil + 1 punto si además está en el primer decil.

- b. 0,5 si la revista en la que está publicado el artículo pertenece al segundo cuartil.
 3. Los puntos totales se dividen por el *factor de financiación* o porcentaje del total de la subvención nominativa asignada al CIBER. Esto origina un ranking de productividad de los nueve CIBERs para este indicador.
 4. El CIBER con mayor productividad captará la mayor puntuación siendo puntuados, sucesiva y proporcionalmente, con respecto al primero
- **Indicador 2: Factor de impacto medio de las publicaciones del primer y segundo cuartil:**
 1. Se suman los FI de todos los trabajos evaluables en el año 2010.
 2. Se divide dicho valor por el número de revistas de primer y segundo cuartil.

3. Este valor se ajusta por el Factor de financiación o porcentaje total de la subvención nominativa asignada al CIBER. Esto origina un ranking de productividad para los 9 CIBERs en este indicador.
 4. El CIBER con mayor productividad captará la mayor puntuación, siendo puntuados sucesiva y proporcionalmente con respecto al primero.
- **Indicador 3: Número de publicaciones colaborativas en primer y segundo cuartil:**
 1. Se cuantifican todas las publicaciones elegibles.
 2. Se puntúan de la siguiente forma:
 - 1,5 puntos por cada artículo colaborativo intraCIBER publicado en una revista de primer cuartil, si además la revista pertenece al primer decil se suma 1 punto adicional.

- 1 punto si el artículo está publicado en una revista que pertenece al segundo cuartil.
- 2 puntos para cada artículo colaborativo del CIBER con otras estructuras nacionales de investigación si está en el primer cuartil, si además la revista pertenece al primer decil se suma 1 punto adicional.
- 1,5 puntos si el artículo colaborativo del CIBER con otras estructuras nacionales de investigación está publicado en una revista del segundo cuartil.
- 3 puntos para cada artículo colaborativo del CIBER con otras estructuras estables de investigación internacionales publicado en una revista de primer cuartil, si además la revista pertenece al primer decil se suma 1 punto adicional.

- 2 puntos para cada artículo colaborativo del CIBER con otras estructuras estables de investigación internacionales publicado en una revista de segundo cuartil.
3. Los puntos totales obtenidos tras la suma de todo lo anterior se ajusta por el Factor de Financiación o porcentaje total de la subvención nominativa asignada al CIBER. Esto origina un ranking de productividad para los 9 CIBERs en este indicador.
 4. El CIBER con mayor productividad captará la mayor puntuación siendo puntuados, sucesiva y proporcionalmente, con respecto al primero
- **Indicador 4: Factor de impacto medio de publicaciones colaborativas del primer y segundo cuartil:**
 1. Se incluyen todas las publicaciones temáticas con los mismos requisitos del apartado anterior

(Número de publicaciones colaborativas en primer y segundo cuartil).

2. La puntuación de cada CIBER obtenida en el apartado anterior se divide por el número de documentos colaborativos que han sido valorados y dicha puntuación se ajusta por el nivel de subvención nominativa recibido, siguiendo un procedimiento similar a los apartados anteriores.

3.2.2. PROCESO DE EVALUACIÓN UTILIZANDO CRITERIOS DEL ISCIII

Se han revisando las publicaciones que cumplieran con los criterios de evaluación y valorando los diferentes apartados siguiendo las indicaciones del método de evaluación del ISCIII presentados en el apartado anterior.

Evaluación utilizando criterios de Calidad Objetiva del ISCIII

Los componentes utilizados para valorar una publicación científica con Criterios de Calidad Objetiva serán los Indicadores 1 y 2 del

apartado 3.2.1. utilizando los apartados 1 y 2 de ambos, que son los que hacen referencia a la calidad objetiva. Al no ser ponderada no tiene un máximo:

Indicador 1: Número de publicaciones en los índices de citación del JCR en el primer y segundo cuartil:

1. Se cuantifican todas las publicaciones que cumplen estos criterios.
2. Se puntúan de la siguiente forma:
 - a. 1 punto para cada artículo que está en revistas de primer cuartil + 1 punto si además está en el primer decil.
 - b. 0,5 si la revista en la que está publicado el artículo pertenece al segundo cuartil.

Indicador 2: Factor de impacto medio de las publicaciones del primer y segundo cuartil:

1. Se suman los FI de todos los trabajos evaluables en el a año 2010.

2. Se divide dicho valor por el número de revistas de primer y segundo cuartil

La valoración final se obtiene de la suma de ambos indicadores.

Evaluación utilizando criterios de Calidad Objetiva - Gestión Científica del ISCIII

Se aplicará la metodología de ISCIII a la producción científica descrita en el apartado 3.2.1. Se utilizan los 4 indicadores aplicando los 4 apartados. Que incluye la ponderación a los máximos previstos.

3.3. EVALUACIÓN DEL CIBERobn

El nuevo método evaluador que aquí probamos consiste en el análisis de varios ítem con diferentes ponderaciones, en los que se analiza la productividad científico-técnica, las acciones de investigación traslacional orientadas fundamentalmente al sistema nacional de salud, los fondos de concurrencia competitiva donde se demuestra la capacidad de captación económica de los grupos y por lo tanto su valor específico en la investigación internacional, la internacionalización de las actividades de investigación para una mayor proyección del CIBERobn con el fin de ser un centro de referencia europea e internacional, la contribución al plan de formación y movilidad²⁰⁵.

La puntuación final de un grupo “SCORE final del grupo” (SCf) resulta del sumatorio de los valores normalizados de todos los ítem de cada uno de los grupos. Publicaciones Científicas se corresponde con el primer ítem valorable de los previstos y es el sujeto fundamental de este trabajo y tiene un máximo valor de 30, SCORE, sobre un máximo total de 100.

Para un cálculo normalizado se tiene en cuenta el SCORE de cada ítem, los puntos CIBERobn obtenido por el grupo en dicho ítem y el

valor obtenido en puntos CIBERobn del grupo mejor valorado en cada ítem según la siguiente fórmula:

$$\mathbf{PN = (A \times B) / C}$$

A = SCORE (máxima puntuación posible otorgada a cada ítem)

B = Puntos CIBERobn del grupo analizado en ese ítem

C = Puntos CIBERobn del grupo con mayor puntuación en ese ítem

La puntuación final de un grupo resulta del sumatorio de los puntos normalizados de cada uno de los ítem evaluados. El score final resulta de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{SCf = PN_1 + PN_2 + \dots + PN_6}$$

En donde **PN₁** representa los puntos normalizados obtenidos por las publicaciones

Tras la evaluación un grupo de investigación podría obtener una de las cuatro calificaciones siguientes: Excelente, Muy bueno, Bueno y Regular.

3.3.1. PUBLICACIONES CIENTÍFICAS EN CIBERobn

Para la valoración de éste, la propuesta metodológica incluye siete variables. Factor de Impacto (FI) de la revista en la cual el artículo se publica, filiación al consorcio (F), pertenencia al área temática (A), excelencia-cuartil al que pertenece la revista (E), colaboración con grupos nacionales (C), colaboración con grupos internacionales (CI) y responsabilidad en la autoría del artículo (S). Se otorga con ello una puntuación CIBERobn obtenido tras el sumatorio de las puntuaciones obtenidas al aplicar a cada publicación el siguiente algoritmo^{205,210}, que será abordado más adelante:

$$PC = FI \times F \times A \times E \times C \times CI \times S$$

Se hace preciso realizar ciertas consideraciones previas:

Se considera “publicación científica del CIBER” a un artículo científico publicado en una revista recogida en el Science Citation

Index (SCI), y en el cual al menos uno de los autores es miembro adscrito o contratado del CIBER.

Se considera producción científica a los artículos originales científicos, las revisiones, editoriales y los casos clínicos, consensus y guidelines. No se aceptarán proceedings de congresos ni cartas al editor. Las revistas que por motivos históricos presenten sus originales denominados como “cartas” (Nature, Science, etc.), serán considerados como artículos.

En los trabajos clínicos multicéntricos se otorga a los autores que aparecen en la página principal el título de autor de pleno derecho y a los que aparecen en el anexo (siempre que la revista los considere como autores y no como colaboradores) un décimo del índice de impacto de la misma. No se considerarán publicaciones científicas los capítulos de libro (estos serán evaluados en otros apartados).

Al presentar su actividad científica, cada grupo debe señalar los artículos de los que es propietario intelectual y de los que es colaborador. Así mismo indica con qué otros grupos nacionales ha realizado la publicación y en su caso, con qué grupos internacionales.

Un mismo documento puede tener varios grupos colaboradores pero sólo un grupo será el propietario intelectual. Se considera propietario

intelectual de un artículo al grupo al que pertenece el autor que figura como responsable del artículo. En general es el encargado de mantener la correspondencia y/o el primer o último firmante y por lo tanto sólo a él se le asignará la puntuación. Aquel o aquellos en los que al menos uno de sus miembros figure como autor y no sea el propietario intelectual se considera “colaborador” en el artículo.

En caso de controversia ante una publicación determinada los autores establecen qué grupo es el propietario intelectual y qué grupo es el colaborador. En caso de no haber acuerdo, toma la decisión el Director Científico del CIBER.

Cuando un grupo “propietario intelectual” y otro colaborador consideran y así lo manifiestan, que han contribuido igual a un trabajo los puntos se podrán sumar y otorgar a cada uno el 50% del mérito.

El factor de impacto de una publicación (FI) es el recogido en el SCI. Para la evaluación de 2010 se utiliza el último factor de impacto publicado en el momento que era el de 2009. La pertenencia a cuartiles será también la determinada por el SCI.

Puntos CIBERobn en “Publicaciones Científicas”: Cálculo

Para el cálculo de “puntos CIBERobn” del concepto “Publicaciones Científicas” se aplicó el siguiente procedimiento, para cada una de las publicaciones:

$$PC = FI \times F \times A \times E \times C \times CI \times S = \text{puntos CIBERobn}$$

FI es el **factor de impacto** del ítem científico.

F se refiere a la **filiación**, si cita al CIBER se valora con 1, si no por 0 (no cuenta).

A se refiere a la **pertenencia al área temática o alineación** del manuscrito. Si está alineado se multiplica por 1 (queda igual), si no está relacionada con la actividad del consorcio se valora con por 0,2.

E se refiere a la **excelencia**, relacionado con el puesto de la revista en la que se ha publicado el trabajo:

- El primer decil se valora con 1,75.
- El primer cuartil (pero no primer decil) se valora con 1,5.

- El segundo cuartil se valora con 1.
- El tercer cuartil se valora con 0,5.
- El cuarto cuartil se valora con 0,25.

C colaboración con grupos nacionales, pertenecientes al CIBERobn, a otros CIBER o a otros grupos. Si es una publicación de un solo grupo en total se valora con 1. Si es de dos grupos con 1,1. Si es de 3 grupos con 1,2 y si es de cuatro grupos o más con 1,3 (Los grupos pueden ser de dentro o fuera del CIBERobn).

CI colaboración internacional. Si es en colaboración con uno o varios grupos internacionales se valora con 1,5, si no 1.

S de responsabilidad intelectual. El grupo del CIBERobn que es autor responsable o propietario intelectual se valora con 1, si es grupo colaborador 0,3.

Para clarificar la aplicación de este algoritmo presentamos varios ejemplos:

- Publicación en una revista con FI 10, que cita al CIBERobn y está alineada. Publicada en primer cuartil pero no primer decil, con un total de cuatro grupos diferentes, del CIBERobn y fuera del CIBERobn, ninguno internacional. El propietario intelectual pertenece al CIBERobn:

$10 \times 1 \times 1 \times 1,5 \times 1,3 \times 1 \times 1 = 19,5$ puntos CIBERobn

- El mismo caso que el anterior para el grupo colaborador se valoraría en:

$10 \times 1 \times 1 \times 1,5 \times 1,3 \times 1 \times 0,3 = 5,85$ puntos CIBERobn

- Si el primer ejemplo fuese publicado con un grupo internacional, los puntos CIBERobn se calcularán así:

$10 \times 1 \times 1 \times 1,5 \times 1,3 \times 1,5 \times 1 = 29,25$ para el responsable

$10 \times 1 \times 1 \times 1,5 \times 1,3 \times 1,5 \times 0,3 = 8,77$ para cada grupo colaborador

- Publicación en una revista con FI 15, cita al CIBERobn, alineada, en primer decil, sólo figura el responsable como grupo CIBERobn y lo publica con un grupo nacional no CIBERobn (dos grupos en total) y uno internacional

$15 \times 1 \times 1 \times 1,75 \times 1,1 \times 1,5 \times 1 = 43,31$ puntos CIBERobn

- Publicación en una revista con FI 10, no alineada pero cita al CIBERobn, en tercer cuartil, tres grupos en total, el

responsable, otro grupo del CIBERobn, y otro no internacional

$10 \times 1 \times 0,2 \times 0,5 \times 1,2 \times 1 \times 1 = 1,2$ puntos CIBERobn al responsable

$10 \times 1 \times 0,2 \times 0,5 \times 1,2 \times 1 \times 0,3 = 0,36$ al grupo colaborador

Puntuación CIBERobn en “Publicaciones Científicas”

Una vez que se obtiene la puntuación para cada publicación, la puntuación CIBERobn para este ítem se obtiene sumando las puntuaciones obtenidas con todas las publicaciones del grupo.

Normalización puntos CIBERobn

Una vez realizada la evaluación de las publicaciones científicas de los grupos CIBERobn y de los otros ítems evaluables, se normalizan respecto a todos los grupos CIBERobn y la aportación de éstos al CIBERobn. El procedimiento se describe en el apartado anterior.

3.3.2. PROCESO DE EVALUACIÓN UTILIZANDO CRITERIOS DEL CIBERobn

La información ha sido recogida en una aplicación informática donde los grupos introducen los datos requeridos. Esta información fue validada y además filtrada por la temática CIBERobn²⁰⁵.

Como herramienta para la recogida de información se diseñó una aplicación data mining (Figura 1) para favorecer el seguimiento y trazabilidad de todo el proceso de admisión y evaluación.

A la hora de evaluar las publicaciones sólo se contabiliza el artículo adjuntado en pdf. La información así aportada es revisada, documentada y validada por la Dirección Científica, no admitiendo registros que no estén perfectamente justificados.

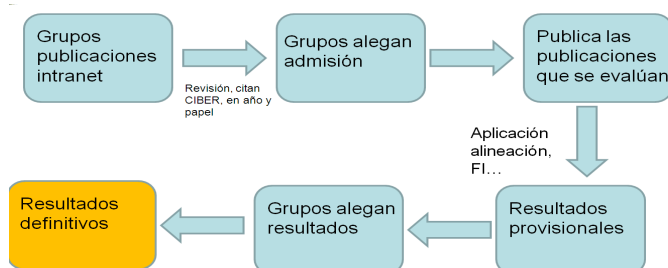


Figura 1. Esquema de verificación de datos de publicaciones

Evaluación utilizando criterios de Calidad Objetiva y de Calidad Objetiva - Gestión Científica del CIBERobn

El algoritmo para cuantificar los puntos obtenidos por cada publicación ya fue presentado con anterioridad y presenta dos claros componentes: "Calidad Objetiva" (en rojo), que hace referencia a los criterios de valoración intrínsecos a la publicación, y "Criterios de Gestión" (en azul), que hace referencia a criterios de valoración extrínsecos, como ya se ha comentado.

$$\text{Puntos CIBERobn} = \Sigma (\text{FI} \times \text{E}) (\text{F} \times \text{A} \times \text{C} \times \text{CI} \times \text{S})$$

El componente utilizado para valorar una publicación científica con Criterios de Calidad Objetiva será el primero:

$$\text{FI} \times \text{E} = \text{PCO}$$

En donde **FI** sería el último factor de impacto publicado.

E, de **Excelencia**, hace referencia a la posición de la revista en términos de excelencia (cuartil al que pertenece).

- El primer decil se valora con 1,75.
- El primer cuartil (pero no primer decil) se valora con 1,5.
- El segundo cuartil se valora con 1.
- El tercer cuartil se valora con 0,5.
- El cuarto cuartil se valora con 0,25.

PCO denomina a los Puntos de Calidad Objetiva

El componente para valorar una publicación científica con Criterios de Gestión Científica será el segundo de la fórmula inicial, corrigiendo de esta manera los puntos obtenidos por Calidad Objetiva de cada publicación. Este segundo componente hace referencia a los criterios de gestión correctores introducidos por la Dirección:

$$(PCOn \times F \times A \times C \times CI \times S) = \text{puntos CIBERobn}$$

F se refiere a la **filiación**, si cita al CIBER se valora con 1, si no por 0 (no cuenta).

A se refiere a la **pertenencia al área temática o alineación** del manuscrito. Si está alineado se multiplica por 1 (queda igual), si está relacionada con la actividad del consorcio se valora con por 0,2.

C colaboración con grupos nacionales, pertenecientes al CIBERobn, a otros CIBER o a otros grupos. Si es una publicación de un solo grupo en total se valora con 1. Si es de dos grupos con 1,1. Si es de 3 grupos con 1,2 y si es de cuatro grupos o más con 1,3 (Los grupos pueden ser de dentro o fuera del CIBERobn)

CI colaboración internacional. Si es en colaboración con uno o varios grupos internacionales se valora con 1,5, si no 1.

S de responsabilidad intelectual. El grupo del CIBERobn que es autor responsable o propietario intelectual se valora con 1, si es grupo colaborador 0,3.

La puntuación final resulta del sumatorio de los puntos obtenidos por las publicaciones. Sumatorio normalizado con respecto al grupo que ha obtenido la máxima puntuación, con un máximo de 30, según el punto 3.3.1.

3.4. MÉTODO ESTADÍSTICO

El análisis estadístico fue llevado a cabo en entorno R.

R es un lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico y gráfico gratuito que puede ser descargado de www.r-project.org (o de su link española <http://cran.es.r-project.org/>). Es compatible con UNIX, Windows y MacOS. Proporciona un amplio número de herramientas que pueden ser descargadas de <http://cran.es.rproject.org/web/packages>.

Se ha llevado a cabo un análisis descriptivo, calculando medias, medianas, máximos y mínimos, desviación estándar, así como un estudio comparativo por medio de correlación simple y Spearman y finalmente un análisis de componentes principales. Todos los valores mostrados se consideran estadísticamente significativos ($p \geq 0,05$) excepto donde se señale.

4. RESULTADOS

Los resultados presentados aportan información sobre la contribución de los grupos CIBERobn a la producción científica de esta entidad a través del análisis de las publicaciones científicas. Para cumplir con los requisitos de evaluación exigidos por los tres métodos: el método de la USC, el método del ISCIII y el del CIBERobn, se consideraron sólo los trabajos publicados en revistas en el JCR de 2009, entre enero y diciembre de 2010, que contaban con una filiación adecuada o que justificaban la no filiación y en los que al menos uno de los autores era miembro del CIBERobn (Figura 2).

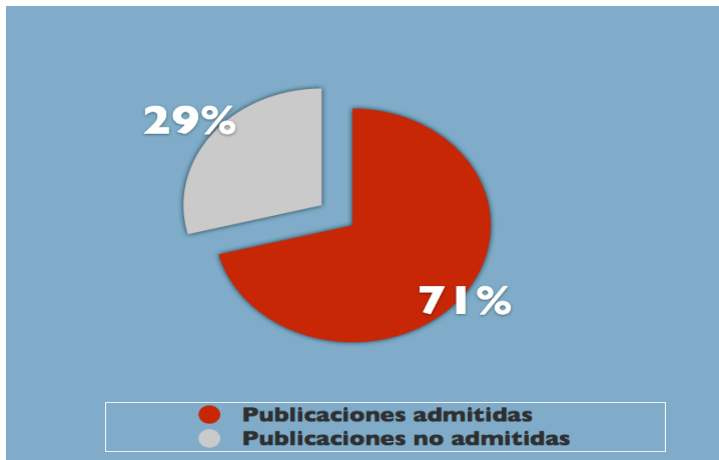


Figura 2. Porcentaje de publicaciones admitidas y no admitidas para evaluación del periodo 2010

El número total de "publicaciones CIBERobn" consideradas que cumplieron los criterios de admisión fue de 296. Se contabilizaron los datos referentes a "publicaciones CIBERobn" como entidad, para ver su productividad global, y se analizaron los datos por grupo. A través del número de publicaciones por grupo se presentan los resultados globales relacionados con la cantidad de publicaciones. La información relacionada con criterios relacionados con la calidad objetiva se recoge de los datos relacionados con: Cuartil, FI total y FI medio de la revista en la que está publicado el trabajo. En cuanto a los resultados relacionados con los criterios de gestión científica se presentan los relacionados con: alineación temática, colaboración, contribución y responsabilidad intelectual en el trabajo. Este análisis es necesario ya que nos aporta información sobre cada grupo, observando que hay grupos muy productivos y grupos poco productivos y reconociendo la aportación de los grupos al CIBERobn en términos de Calidad Objetiva (CO) y de Calidad Objetiva-Gestión Científica (CO-GC). Es necesario recordar que debido a que algunas publicaciones han sido realizadas en colaboración entre autores de diferentes grupos CIBERobn el total de publicaciones de todos los grupos no es igual al total de publicaciones CIBERobn ya que una misma publicación ha podido ser valorada en varios grupos. Esto puede provocar que los datos globales del CIBERobn en algunos casos no se correspondan con las suma de los datos por grupos.

La contribución de los grupos fue irregular. El número medio de publicaciones fue de 14,28. Por encima de la media encontramos 12 grupos, de ellos 7 grupos cuentan con más de 20 publicaciones. El grupo G14 es el que presenta una mayor número de trabajos, 28. Seguido del grupo G3 con 27. Por otro lado, 13 grupos han publicado por debajo de la media. De ellos, 5 grupos tienen más de 10 publicaciones y 3 grupos no han superado las 5 publicaciones. El grupo G10 es el que ha publicado menos trabajos, 3 (Figura 3).

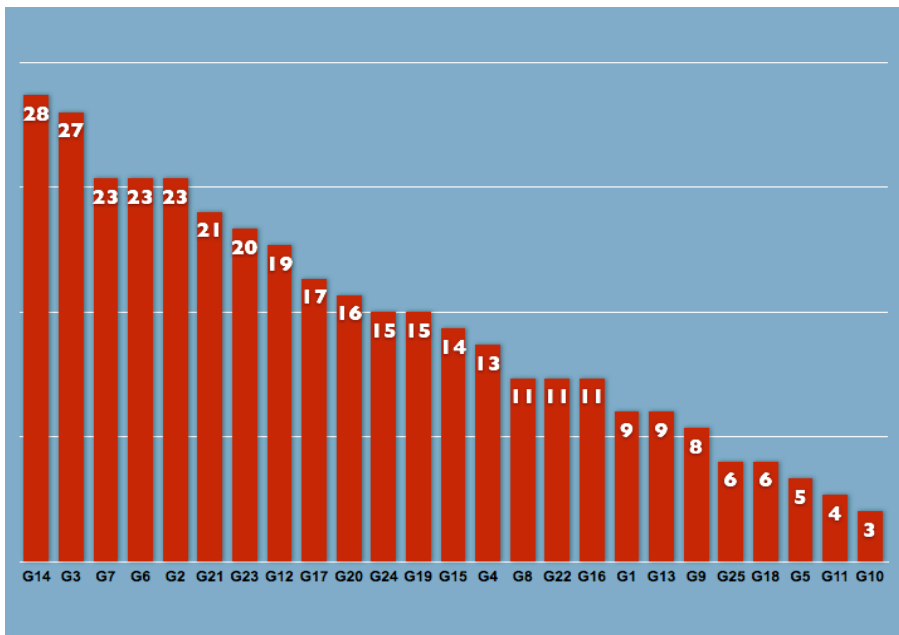


Figura 3. Número de publicaciones de cada grupo CIBERobn en el periodo 2010

De estas publicaciones 176 pertenecían a revistas de 1^{er} Cuartil (62 de ellas de 1^{er} Decil), 73 publicaciones pertenecían a revistas de 2^o Cuartil, 27 al 3^{er} Cuartil, 15 pertenecían a revistas de 4^o Cuartil y 5 publicaciones fueron publicadas en revistas indexadas pero que todavía no contaban con factor de impacto y por lo tanto no se valoraron (Figura 4).

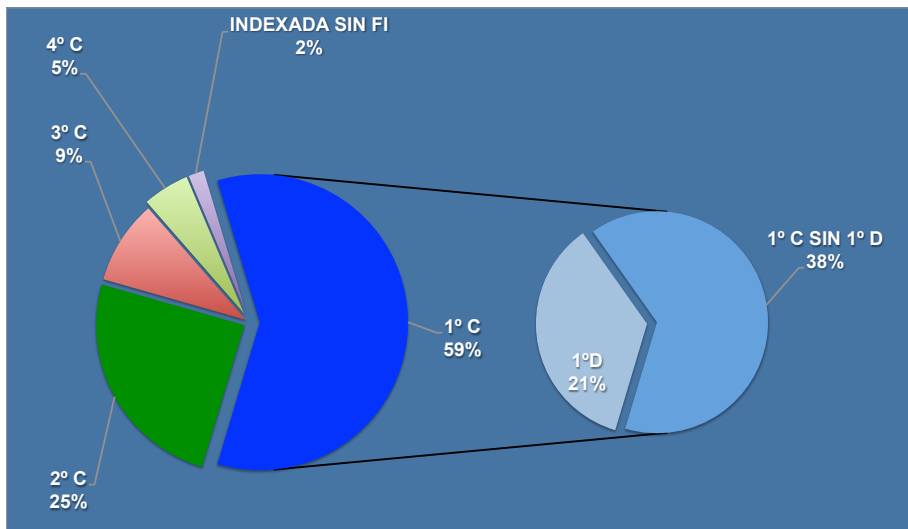


Figura 4. Porcentaje de publicaciones según cuartiles

La media de publicaciones de los grupos pertenecientes al 1 Cuartil es de 9. De los 25 grupos, 11 cuentan con publicaciones en el 1^o Cuartil que superan esta media. El grupo G14 tiene 22. Los grupos G6 y G2 tienen 18 publicaciones. Los grupos G7 y G3 tienen 14. El grupo G21 cuenta con 13. Los grupos G12, G23 y G24 tienen 12

publicaciones y los grupos G17 y G19, 10. De estas publicaciones la media de publicaciones del 1º Decil es de 3. Los grupos que superan esta media son 9. El grupo G14 con 10 publicaciones, el grupo G21 con 9, los grupos G2 y G17 con 7 y 5 publicaciones el grupo G3 cuenta con 5. Continuando con la información relativa al 1º Cuartil, el grupo G20 tiene nueve publicaciones y hay 13 grupos por debajo de la media. Cuatro de los cuales (G11, G18, G10, G15), no superan las dos publicaciones en revistas de 1º Cuartil y el grupo G5 no cuenta con ninguna publicación en el 1º Cuartil (Figura 5).

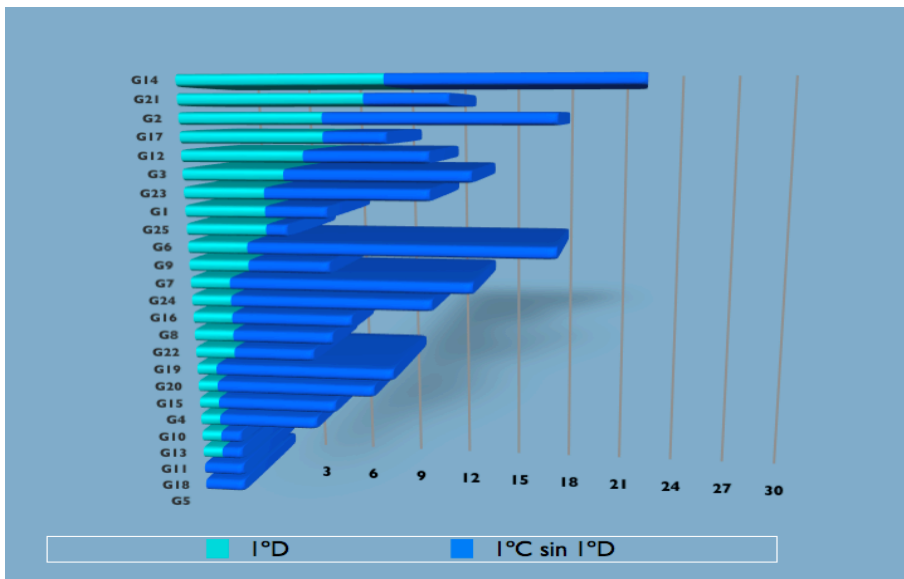


Figura 5. Publicaciones del primer decil y del primer cuartil sin el primer decil de cada grupo CIBERobn en el periodo 2010

La media de publicaciones en 2º Cuartil es de 3,5. Por encima de la media están 12 grupos y por debajo están 13. Se observa que los grupos con más publicaciones en el 1º Cuartil, proporcionalmente, tienen menos publicaciones en el 2º Cuartil que los grupos con menos publicaciones en el 1º Cuartil. Así vemos que el grupo G14 tiene 4 publicaciones en 2º Cuartil frente a las 22 en 1º Cuartil. Los grupos G2 y G6 tienen 18 publicaciones en el 1º Cuartil, el grupo G2 tiene 4 en el 2º Cuartil y el grupo G6 tiene 3. El grupo G21 tiene 13 en el 1º Cuartil y 6 en 2º Cuartil. Por otro lado, entre los grupos con menos publicaciones, observamos que el grupo G13 tiene 2 publicaciones en el 1º Cuartil y 5 en el 2º Cuartil. El grupo G18 tiene 4 en el 2º Cuartil y 2 en el 1º Cuartil. De las 5 publicaciones del grupo G5, como ya se ha indicado, no cuenta con ninguna en el 1º Cuartil y tiene 3 en el 2º Cuartil. En cuanto a los trabajos publicados en revistas de 3º y 4º Cuartil es interesante señalar que en ningún grupo superan 4 publicaciones entre los dos cuartiles, observando que el mayor número de publicaciones de los grupos del CIBERObn se encuentra en revistas de 1º Cuartil (Figuras 4, Figura 6).

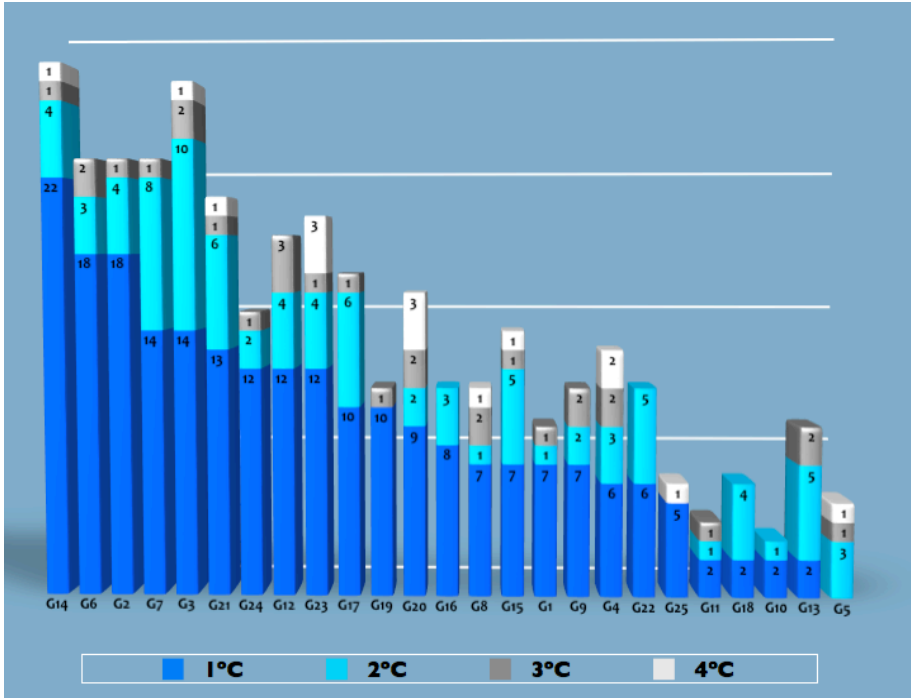


Figura 6. Número de publicaciones de cada grupo CIBERObn en 2010, según cuartil

Tal y como hemos comentado en la introducción de este trabajo, el FI es uno de los indicadores bibliométricos con más repercusión y reconocimiento internacional. Partiendo de este indicador presentamos dos resultados diferentes e interesantes a la hora de hacer un análisis de la productividad científica. Por un lado, el FI total

y por otro, FI medio del CIBERobn y de sus grupos. El FI total de publicaciones fue de 1244,395 y el FI medio de 4,26. Por grupos la media del FI total fue de 61,73. Encontramos 11 grupos por encima de la media. Los grupos G3, G14, G21, G17, G2 y G6 en este orden. Es llamativo ver como si tenemos en cuenta el FI medio, los datos varían considerablemente y aunque los grupos G3, G14, G17 y G21 continúan entre las seis con mayores puntuaciones varían de posición. El grupo G3 pasa de la 1ª posición a la 3ª. El G14 de la 2ª a la 6ª. El G21 de la 3ª a la 2ª posición y el grupo G17 que estaba en la 4ª posición atendiendo al FI total ahora pasa al 1º lugar. Las posiciones 4ª y 5ª están ocupadas por dos grupos: el G4, que según el FI total estaba en la 7ª y ahora ocupa la 4ª posición, y un grupo que nos ofrece datos para la reflexión, el grupo G1. Teniendo en cuenta el FI medio ocupa la quinta posición, cuenta con 9 publicaciones y según su FI total está en la posición 14. En ambos casos se encuentra por debajo de la media con respecto al total de los grupos CIBERobn (Figura 7). A la vista de estos resultados, cabe suponer que si utilizásemos el FI medio como indicador de calidad, los grupos con menor producción científica podrían ser mejor e injustamente valorados que los grupos con mayor producción.

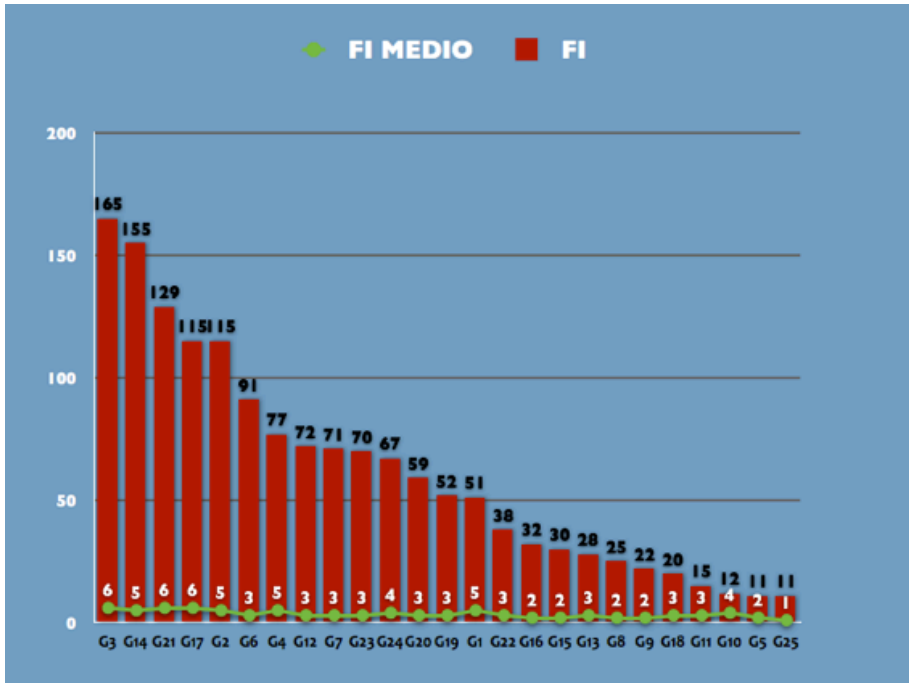


Figura 7. Factor de Impacto Total y Factor de Impacto Medio de cada grupo CIBERobn en 2010

Dentro de los criterios de gestión científica, la pertenencia al área temática (alineación temática), es un requisito necesario para ser considerada publicación según el método del ISCIII y también es un indicador valorado por el CIBERobn. Presentamos los resultados relativos a este indicador de dos maneras diferentes: según el porcentaje de alineación con la temática del CIBERobn y según la

media (como hemos hecho con los otros indicadores). Hemos tomado esta decisión al observar que la información aportada por los valores medios distorsionaba, en algunos casos, los datos debido a la gran diferencia en el número de publicaciones de los grupos, entre 28 y 3 (Figura 3). Así cabe destacar, que un alto porcentaje de publicaciones están alineadas con la temática CIBERobn, un 79,75% (Figura 8).

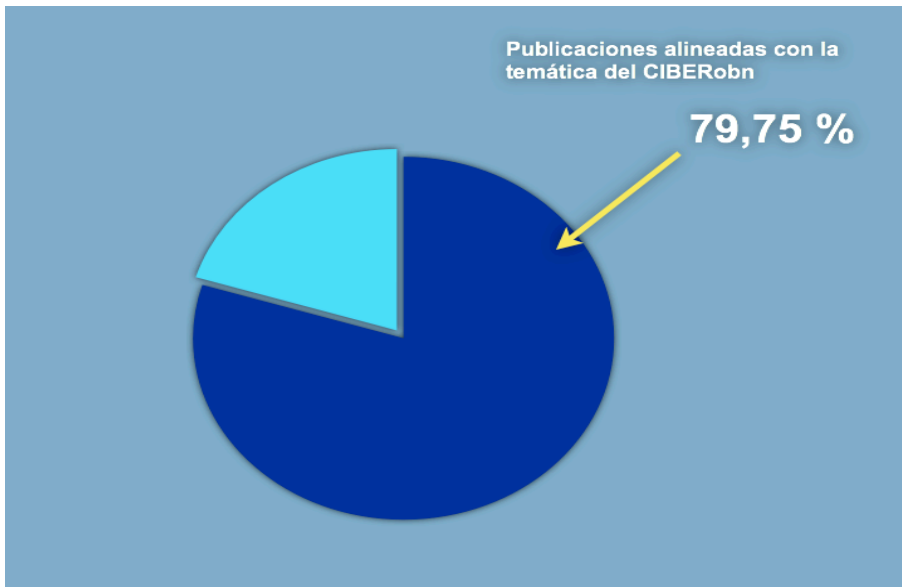


Figura 8. Porcentaje de publicaciones alineadas con la temática CIBERobn

Se observa una diferencia de alineación temática entre los grupos. Cuentan con sus publicaciones totalmente alineadas 11 grupos. Hay 9 grupos en los que al menos el 70% de sus publicaciones están alineadas, 3 grupos con el 50% de sus publicaciones relacionadas con la temática, 1 grupo con una alineación del 33% y un grupo que no alcanza el 20%. Para clarificar esta situación y mostrar la posible distorsión, a continuación presentamos los datos de los grupos teniendo en cuenta las posiciones ocupadas partiendo de los valores medios. La media es de 9,16. Se encuentran por encima de la media 14 grupos. De los cuales tienen una completa alineación los grupos G14, G7, G12, G17, G24 y G4 (hemos colocado los grupos de mayor a menor número de publicaciones). Es interesante observar grupos por encima de la media que cuentan con la mitad de sus publicaciones no alineadas con la temática. El grupo G21, tiene un total de 21 publicaciones, 10 están alineadas con la temática CIBERobn por lo que está por encima de la media pero realmente, más de la mitad de sus publicaciones no están alineadas. En cuanto a los grupos con menos publicaciones, están totalmente alineados el grupo G10 que ocupa la última posición con un total de 3 publicaciones. El grupo G25 tiene 6 publicaciones en total y las 6 relacionadas con la temática. Los grupos que muestran una menor alineación son por este orden, el G21, G8 (de sus 11 publicaciones sólo tiene dos alineadas), el grupo G3 y el G15. (Figura 9). Es interesante destacar que tanto el grupo G21 como el grupo G3,

utilizando los otros indicadores suelen estar en las posiciones más altas.

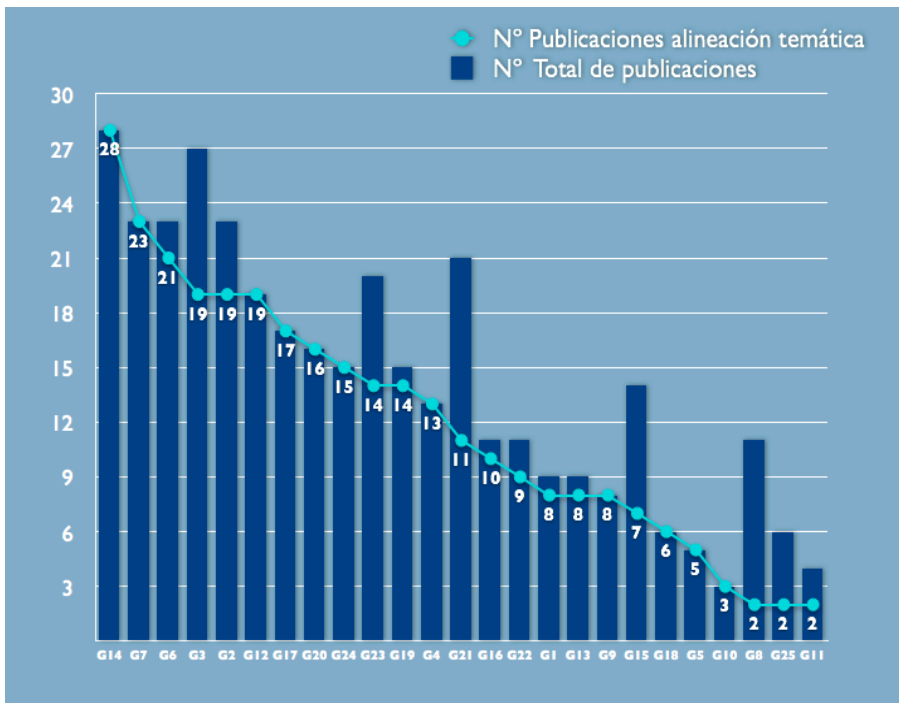


Figura 9. Número total de publicaciones y de publicaciones alineadas con la temática de cada uno de los grupos del CIBERobn en 2010

La colaboración con otros grupos tanto pertenecientes al propio CIBER (colaboraciones intraCIBER) con otros grupos tanto nacionales como internacionales es un indicador para valorar el CIBERobn como centro de investigación en red. Del total de publicaciones un 37% se han realizado en colaboración (Figura 10).

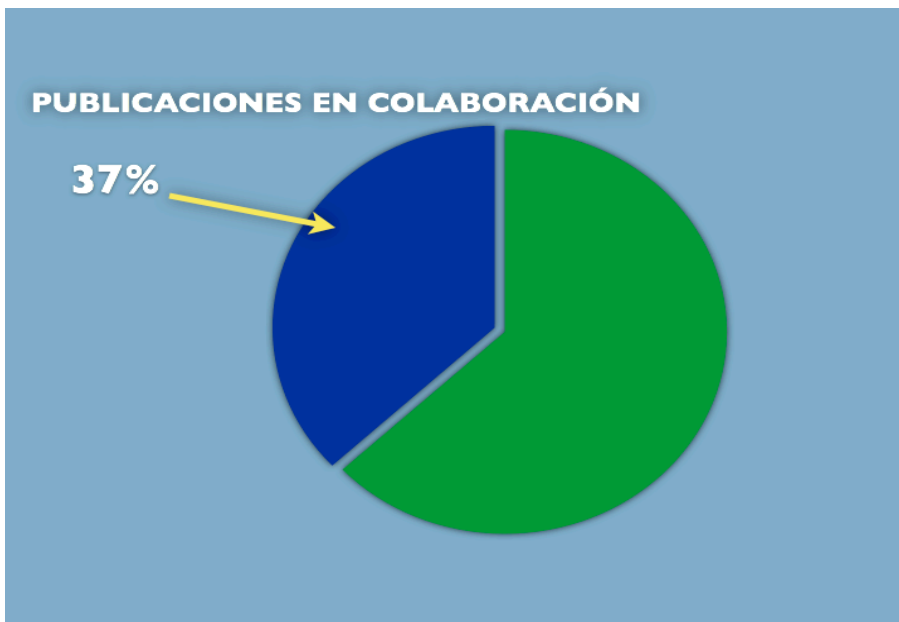


Figura 10. Porcentaje de publicaciones en colaboración del CIBERobn en 2010

Observamos que hay grupos muy colaborativos y otros poco colaborativos. Dentro de los grupos que colaboran también se observan diferencias. Existen grupos cuya seña de identidad es la colaboración con grupos CIBERobn. Para otros lo es la colaboración con grupos nacionales y otros tienen una gran colaboración con

grupos internacionales. También los hay que no muestran demasiada colaboración con otros grupos. Cuentan con más de 10 publicaciones en colaboración intraCIBER 4 grupos. El G2 y el G14 con 13 publicaciones, el G12 con 11 y el G20 con 10. Los grupos G14, G20, G24, G19 y G2 poseen más de 10 publicaciones en colaboración con grupos nacionales que no forman parte del CIBERobn y los grupos G7, G25 y G5 no cuentan con ninguna colaboración con otros grupos nacionales. La colaboración con grupos internacionales también es desigual entre los grupos CIBERobn. Observando que los grupos G6, G21, G3 y G7 tienen más de 10 publicaciones de este tipo pero en colaboraciones intraCIBER y colaboraciones con otros grupos nacionales no superan 6 publicaciones en total. De hecho, el grupo G7 no tiene ninguna colaboración con grupos nacionales que no pertenecen al CIBERobn. En sentido contrario nos encontramos con los grupos G13, G10 y G5 que no cuentan con ninguna colaboración con grupos internacionales (Figura 11).

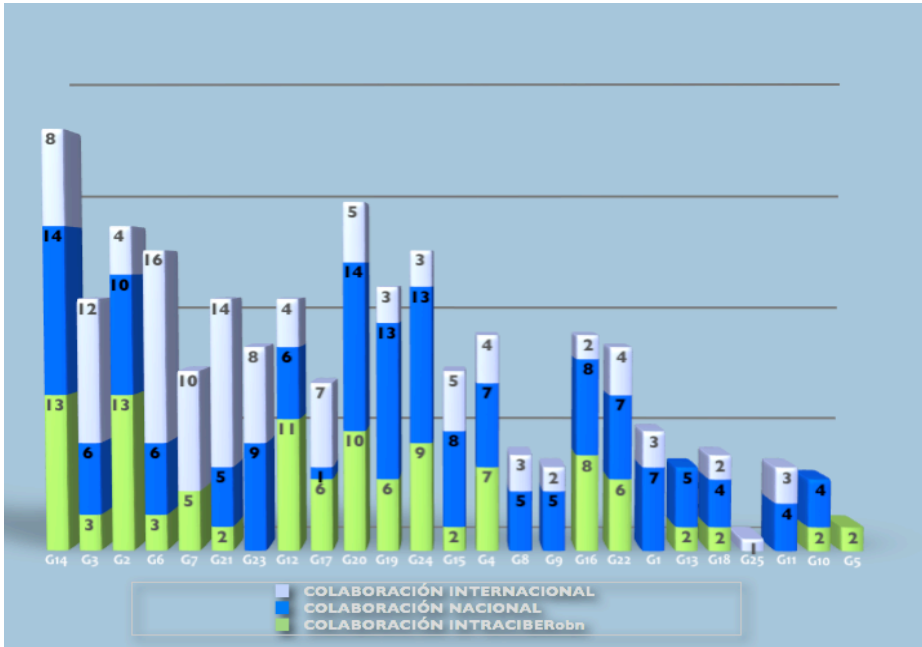


Figura 11. Publicaciones en colaboración nacional, internacional e intraCIBER de los grupos CIBERobn en 2010. Dichas circunstancias pueden coexistir

Uno de los aspectos más importantes, y menos valorado habitualmente por los responsables de la evaluación en instituciones de investigación, es la contribución y responsabilidad intelectual de los autores en la publicación. El CIBERobn, como hemos indicado, presta una gran atención a este indicador otorgando puntuaciones diferentes según el grado de responsabilidad que el autor tiene en la

publicación. La responsabilidad intelectual se identifica con la primera, la última posición y/o con la figura del autor responsable de recibir la correspondencia. Casi el 60% de las publicaciones del CIBERobn cuentan con uno de sus miembros como responsable intelectual de las cuales, el 28% han sido realizadas en colaboración con grupos internacionales (Figura 12).

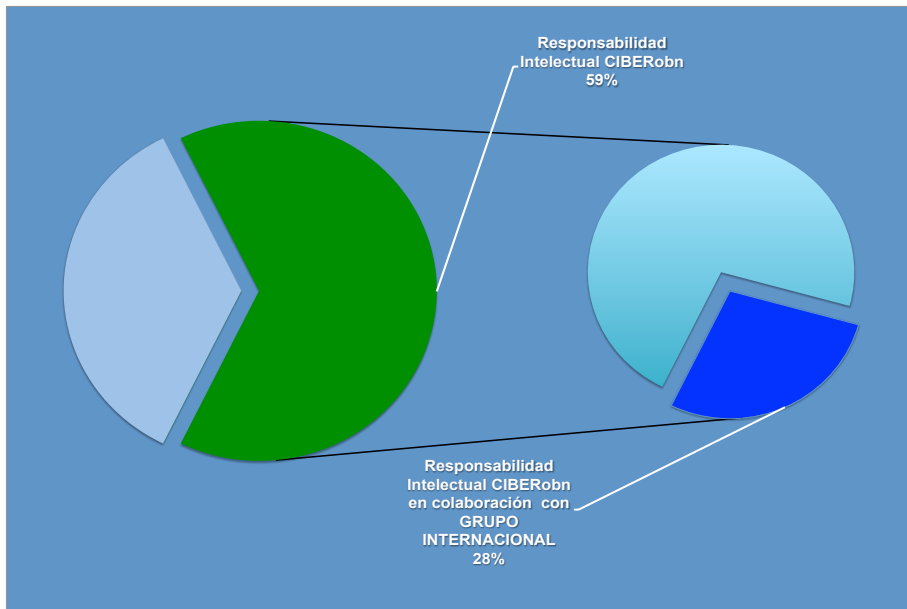


Figura 12. Porcentaje de publicaciones del CIBERobn en las que un miembro del mismo es el responsable intelectual identificando las realizadas en colaboración internacional

Por grupos, la media de publicaciones en las que uno de los miembros del CIBERobn es responsable intelectual es de 8,48. Encontramos 8 grupos que superan esta media. El grupo G3, con 20 publicaciones. El grupo G14 con 19. El G21 con 18. Los grupos G7 y G23 con 15 y el G2 con 9 publicaciones. No alcanzan las 5 publicaciones en las que uno de sus miembros es responsable intelectual los grupos G18, G11, G16. El grupo G10 no cuenta con ninguna publicación como responsable intelectual. De estas publicaciones la media de publicaciones en colaboración con grupos internacionales en la que un miembro del CIBERobn es responsable intelectual es de 2,4. El grupo G3, cuenta con 10 publicaciones que cumplen este criterio. El grupo G6 con 8. El grupo G21 con 7 y el grupo G11 cuenta con 3 publicaciones (Figura 13). Aquí es necesario destacar que el grupo G11 cuenta con 4 publicaciones en total. De las cuales, en 3 ocasiones es el responsable intelectual y las 3 son en colaboración internacional. Se produce una situación curiosa y que se debe valorar en términos de gestión científica: este grupo está entre las posiciones más bajas tanto en número de publicaciones total (posición 24) como en número de publicaciones total como responsable intelectual (posición 23) pero, sin embargo, supera la media al hablar de responsabilidad intelectual en publicaciones con colaboración internacional, situándose en la posición 8. Se puede deducir que la utilización de un solo indicador puede distorsionar peligrosamente la evaluación, es cierto que ocupa

la 8º posición de 25, y que esta posición pueda ser calificada como muy buena, pero este grupo globalmente no se sitúa en este puesto.

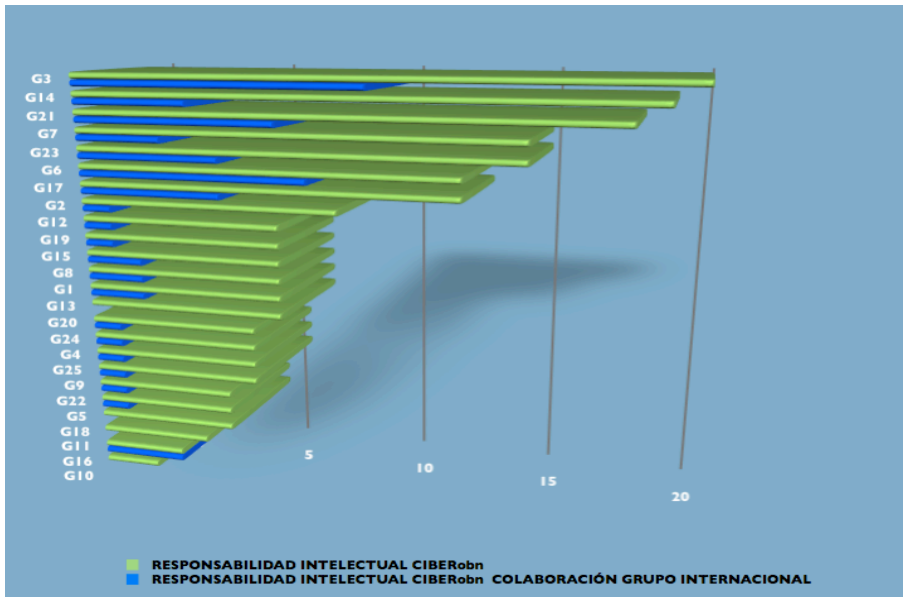


Figura 13. Número de publicaciones en las que un grupo CIBERobn es el responsable intelectual, identificando el número de publicaciones en colaboración con un grupo internacional

Según los datos presentados hasta el momento, clasificamos el número de publicaciones total, el FI total y el FI medio como indicadores relacionados con criterios relacionados con la calidad

objetiva de una publicación científica. En este sentido, 7 grupos se encuentran siempre por encima de la media, al aplicar cualquiera de estos indicadores: G2, G3, G6, G14, G17 y el G21. Los grupos que se encuentran siempre por debajo de la media, son 9: G5, G8, G9, G11, G13, G16, G18, G22 y el grupo G25.

Teniendo en cuenta los datos de alineación con la temática del CIBERobn, colaboración y responsabilidad intelectual, indicadores relacionados con criterios de gestión científica, observamos que los grupos G3, G6, G14, G17 y G21, siempre están por encima de la media. Si bien, como se ha comentado anteriormente, este último tiene 10 publicaciones relacionadas con la temática del CIBERobn de un total de 21. Siempre se encuentran por debajo de la media según estos indicadores los grupos: G1, G8, G9, G10, G13, G16, G25.

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS APLICANDO CRITERIOS DE CALIDAD OBJETIVA

El análisis descriptivo de las puntuaciones utilizando criterios de CO se puede ver en la Tabla 1.

	CO USC	CO ISCIII	CO CIBERobn
Mínimo	32,00	4,22	9,78
Mediana	152,00	15,34	81,28
Media	150,80	15,38	94,59
Máximo	321,00	39,84	248,38
SD	78,65	8,70	69,22

Tabla 1. Análisis descriptivo de los puntos obtenidos con cada método aplicando criterios de Calidad Objetiva

En la siguiente tabla se muestran los puntos de CO que han obtenido cada uno de los 25 grupos utilizando los tres métodos: el de la USC, ISCIII y CIBERobn.

GRUPO	CO USC	CO ISCIII	CO CIBERobn
G1	100	15,34	81,28
G2	236	29,06	209,19
G3	300	19,06	165,1
G4	140	17,30	118,93
G5	48	4,22	9,78
G6	238	24,72	137,15
G7	248	23,19	120,68
G8	144	5,52	59,99
G9	80	8,75	27,58
G10	32	7,05	17,86
G11	40	5,59	19,4
G12	176	22,16	120,71
G13	100	9,34	36,33
G14	321	39,84	248,38
G15	156	7,32	48,24
G16	116	14,17	59,97
G17	168	25,87	182,08
G18	72	7,36	24,18
G19	152	15,66	73,25
G20	160	15,93	84,85
G21	204	13,16	228,61
G22	112	13,31	61,93
G23	212	17,19	109,6
G24	160	17,68	100,62
G25	56	5,71	19,16

Tabla 2. Puntuación obtenida por los grupos con cada método aplicando criterios Calidad Objetiva

La comparación, aplicando criterios de CO de la USC, del ISCIII y del CIBERobn, entre las puntuaciones obtenidas por los diferentes grupos no es posible directamente, ya que los criterios para puntuar son diferentes para cada método y el rango de puntuaciones posible también. Por este motivo, para poder realizar una comparación hemos normalizado los puntos obtenidos por cada grupo otorgando el valor 100 al que ha obtenido la puntuación más alta, puntuando al resto de los grupos en relación con éste. El grupo G14 es el que obtiene la máxima puntuación, utilizando cualquiera de los métodos, alcanza los 100 puntos. Los grupos G1, G4, G12 mantienen una buena correlación entre las puntuaciones obtenidas al aplicar cualquiera de los métodos. Así, y a modo de ejemplo, el grupo G1 obtiene 31,15 puntos normalizados según el método de la USC, 31,5 al aplicar el método del ISCIII y 31,15 al aplicar el método del CIBERobn. La mayor variación entre las tres posibles puntuaciones las encontramos en los grupos G21 (63,55 puntos normalizados según a USC, 33,03 con el ISCIII y 92,04, utilizando el método CIBERobn) y el grupo G5 (14,95 con el de la USC, 10,95 utilizando el del ISCIII y 3,93 para el CIBERobn). Es interesante recordar que el G21 habitualmente es valorado entre los mejores y el grupo G5 suele ocupar las posiciones más bajas. La Figura 14 busca representar gráficamente la modulación que sufren los grupos dependiendo del método que se utilice, ofreciendo una expresión

gráfica de la disparidad entre los resultados obtenidos dependiendo del método aplicado de un modo más claro.

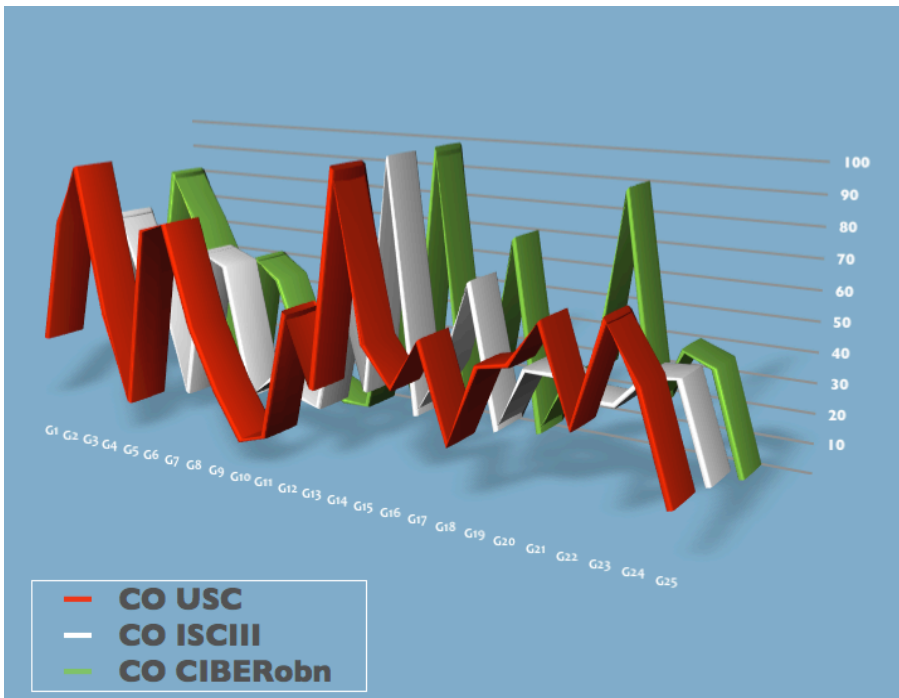


Figura 14. Puntuación normalizada de la puntuación obtenida por los grupos CIBERobn para el periodo 2010, aplicando criterios de Calidad Objetiva de la USC, del ISCIII y del CIBERobn

En la Tabla 3 se muestra la posición lograda por los 25 grupos atendiendo a criterios de CO. Si atendemos a la agrupación por cuartiles (los tres primeros compuestos por 6 grupos y el último por 7) puede observarse que los grupos, G2, G3, G6 y G14 están en el 1º cuartil tras aplicar cualquiera de los métodos. Los grupos G20 y G24 siempre están en el 2º cuartil. Los grupos G13, G16 y G22 pertenecen siempre al 3º cuartil y los grupos G5, G10, G11 y G25 siempre se sitúan en el 4º cuartil.

POSICIÓN	CO USC	CO ISCIII	CO CIBERobn
1º	G14	G14	G14
2º	G3	G2	G21
3º	G7	G17	G2
4º	G6	G6	G17
5º	G2	G7	G3
6º	G23	G12	G6
7º	G21	G3	G12
8º	G12	G24	G7
9º	G17	G4	G4
10º	G24	G23	G23
11º	G20	G20	G24
12º	G15	G19	G20
13º	G19	G1	G1
14º	G8	G16	G19
15º	G4	G22	G22
16º	G16	G21	G8
17º	G22	G13	G16
18º	G1	G9	G15
19º	G13	G18	G13
20º	G9	G15	G9
21º	G18	G10	G18
22º	G25	G25	G11
23º	G5	G11	G25
24º	G11	G8	G10
25º	G10	G5	G5

Tabla 3. Posición relativa de los grupos (ordenados de mayor a menor puntuación), aplicando criterios de Calidad Objetiva

Correlación Simple

En la siguiente tabla podemos apreciar la correlación existente entre los métodos. La correlación al aplicar criterios de CO supera en todos los casos 0,80, lo que indica un alto nivel de correlación.

	CO USC	CO ISCIII	CO CIBERobn
CO USC	1,000	0,822	0,860
COISCIII	0,822	1,000	0,851
CO CIBERobn	0,860	0,851	1,000

Tabla 4. Correlación existente entre los métodos al aplicar criterios de Calidad Objetiva

Correlación Spearman

Para analizar la correlación existente entre las distintas clasificaciones hemos usado la Correlación de Spearman. Tras ordenar los grupos siguiendo criterios de CO observamos una alta

correlación entre los métodos ya que en todos los casos se aprecia una correlación mayor de 0,80 (Tabla 5).

	CO USC	CO ISCIII	CO CIBERobn
CO USC	1,000	0,826	0,909
COISCIII	0,826	1,000	0,873
CO CIBERobn	0,909	0,873	1,000

Tabla 5. Correlación Spearman existente entre los métodos al aplicar criterios de Calidad Objetiva

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS APLICANDO CRITERIOS DE CALIDAD OBJETIVA - GESTIÓN CIENTÍFICA

El análisis descriptivo de las puntuaciones utilizando criterios de CO-GC se puede ver en la Tabla 6.

	CO-GC USC	CO-GC ISCIII	CO-GC CIBERobn
Mínimo	32,00	2,32	1,01
Mediana	321,00	9,97	8,59
Media	480,70	11,68	9,40
Máximo	1500,00	26,66	30,00
SD	369,33	7,17	7,43

Tabla 6. Análisis descriptivo de las puntuaciones obtenidas con cada método aplicando criterios de Calidad Objetiva - Gestión Científica

GRUPO	CO-GC USC	CO-GCISCIII	CO-GC CIBERobn
G1	200	19,84	13,18
G2	944	26,66	11,37
G3	1500	7,37	16,77
G4	280	25,43	4,97
G5	48	3,17	1,55
G6	952	11,96	19,33
G7	992	8,59	15,87
G8	432	3,16	1,70
G9	160	10,76	3,38
G10	32	10,34	1,01
G11	120	9,30	3,03
G12	528	25,47	10,52
G13	300	3,90	4,75
G14	321	18,06	30,00
G15	468	9,97	2,95
G16	232	7,46	4,67
G17	840	11,56	22,78
G18	72	10,74	3,14
G19	608	6,03	8,61
G20	800	9,58	8,59
G21	816	6,57	10,70
G22	560	7,20	8,43
G23	212	19,45	14,01
G24	320	17,23	12,33
G25	280	2,32	1,37

Tabla 7. Puntuación obtenida con cada método por los grupos en el periodo 2010, aplicando criterios de Calidad Objetiva - Gestión Científica

La comparación entre los puntos obtenidos por cada grupo aplicando criterios de CO-GC de la USC, del ISCIII y del CIBERobn se puede ver en la Figura 15. La diferencia entre puntuaciones normalizadas es mucho más clara. El grupo G14, utilizando estos criterios alcanza la máxima puntuación con el CIBERobn, 21,4 puntos si aplicamos criterios de la USC y 67,75 según el ISCIII. Los grupos G1, G4 y G12 no mantienen la correlación alcanzada con criterios de CO. Así, el grupo G1 aplicando criterios de CO-GC obtiene la puntuación 13,13 utilizando el método de la USC, 74,41 al utilizar el método del ISCIII y 43,94 según el CIBERobn. El grupo G21, consigue 54,4 puntos según la USC, 24,64 al aplicar el método del ISCIII y 35,60 según el CIBERobn. El G5, 3,2; 11,89 y 5,16 respectivamente (Figura 15).

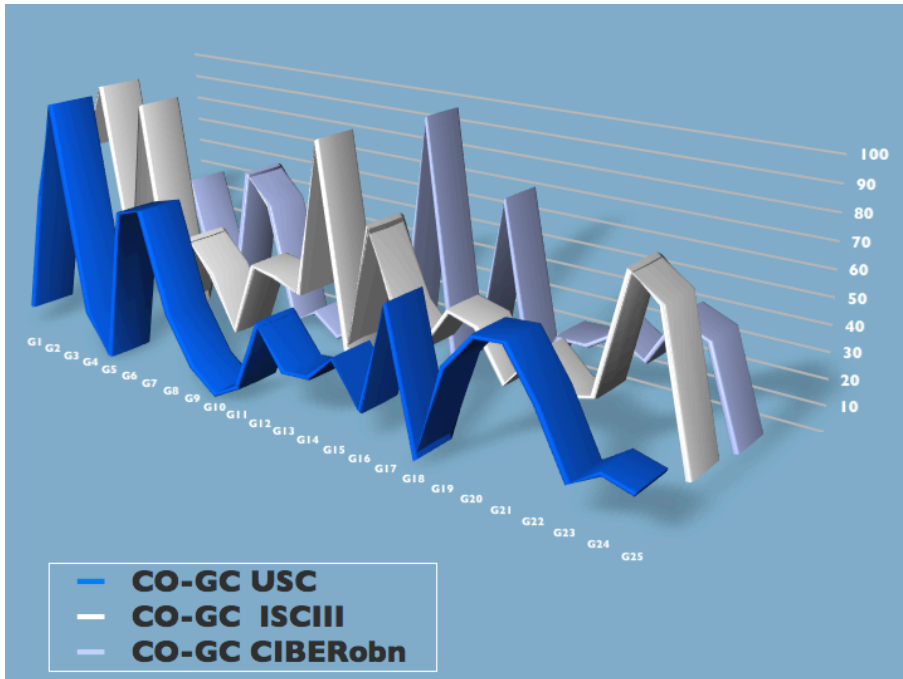


Figura 15. Puntuación normalizada en base a la puntuación obtenida por los grupos CIBERObn para el periodo 2010, aplicando criterios de Calidad Objetiva - Gestión Científica de la USC, del ISCIII y del CIBERObn

En la Tabla 8 se observa la posición lograda por los 25 grupos atendiendo a criterios de CO-GC. Si atendemos a la agrupación por cuartiles (los tres primeros compuestos por 6 grupos y el último por 7), puede observarse que ningún grupo está siempre en el 1º y 3º cuartil tras aplicar cualquiera de los métodos. El grupo G16 siempre está en el 2º cuartil y el grupo G5 siempre se sitúa en el 4º cuartil.

POSICIÓN	CO-GC USC	CO-GC ISCIII	CO-GC CIBERobn
1º	G3	G2	G14
2º	G7	G12	G17
3º	G6	G4	G6
4º	G2	G1	G3
5º	G17	G23	G7
6º	G21	G14	G23
7º	G20	G24	G1
8º	G19	G6	G24
9º	G22	G17	G2
10º	G12	G9	G21
11º	G15	G18	G12
12º	G8	G10	G19
13º	G14	G15	G20
14º	G24	G20	G22
15º	G13	G11	G4
16º	G4	G7	G13
17º	G25	G16	G16
18º	G16	G3	G9
19º	G23	G22	G18
20º	G1	G21	G11
21º	G9	G19	G15
22º	G11	G13	G8
23º	G18	G5	G5
24º	G5	G8	G25
25º	G10	G25	G10

Tabla 8. Posición alcanzada con cada método por los grupos en el periodo 2010, aplicando criterios de Calidad Objetiva- Gestión Científica

Correlación Simple

La Tabla 9 muestra los valores obtenidos utilizando criterios CO-GC, se observa que no existe correlación entre la USC y el ISCIII (-0,003) y tampoco entre la USC y el CIBERobn, ya que la correlación supera discretamente el 0,50.

	CO-GC USC	CO-GC ISCIII	CO-GC CIBERobn
CO-GC USC	1,000	-0,003	0,517
CO-GC ISCIII	0,003	1,000	0,362
CO-GC CIBERobn	0,517	0,362	1,000

Tabla 9. Correlación existente entre los métodos al aplicar criterios de Calidad Objetiva - Gestión Científica

Correlación Spearman Calidad Objetiva y Gestión Científica

En el caso de los resultados obtenidos al aplicar criterios de CO-GC se observa que la correlación disminuye entre la USC y el CIBERobn (0,63), entre el ISCIII y el CIBERobn (0,48) y no existe correlación entre la USC y el ISCIII (Tabla 10).

	CO-GC USC	CO-GC ISCIII	CO-GC CIBERobn
CO-GC USC	1,000	0,000	0,632
CO-GC ISCIII	0,000	1,000	0,480
CO-GC CIBERobn	0,632	0,480	1,000

Tabla 10. Correlación Spearman existente entre los métodos al aplicar criterios de Calidad Objetiva - Gestión Científica

4.3. VALORACIÓN DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS UTILIZANDO CRITERIOS DE LA USC

Al aplicar el método de **Calidad Objetiva de la USC** para la valoración de publicaciones (ver 3.1.1.) el valor mínimo de la evaluación para el año 2010 fue de 32 y el máximo de 321. La media fue 150,8. Están por encima de la media 13 grupos, el grupo G14 alcanza la 1ª posición con 321 puntos; la 2ª posición es para el grupo G3 con 300 puntos; la 3ª posición es para el grupo G7, con 248 puntos. Están por debajo de la media 12 grupos de los cuales la 25ª posición es para el grupo G10 con 32 puntos; al grupo G11 le corresponde la posición 24ª con 40 puntos y al grupo G5 la 23ª con 48 puntos (Tabla 1).

Al aplicar el método de **Calidad Objetiva - Gestión Científica de la USC** (ver 3.1.1.), el valor mínimo logrado fue de 32 puntos y el máximo de 1500. La media fue 480,7 puntos. Están por encima de la media 10 grupos, el grupo G3 alcanza la 1ª posición con 1500 puntos; la 2ª posición es para el grupo G11 con 992 puntos y la 3ª posición es para el grupo G6, con 954 puntos. Están por debajo de la media 15 grupos de los cuales la 25ª posición es para el grupo G10 con 32 puntos; al grupo G5 le corresponde la posición 24ª con 48 puntos y al grupo G18 la 23ª con 72 puntos (Tabla 6).

Con el objeto de poder comparar las distancias además de la posición hemos normalizado las diferentes puntuaciones de los tres métodos, ponderando sobre 100. La comparación entre los puntos obtenidos aplicando criterios de CO USC y los obtenidos aplicando criterios de CO-GC USC pueden observarse en la Figura 16.

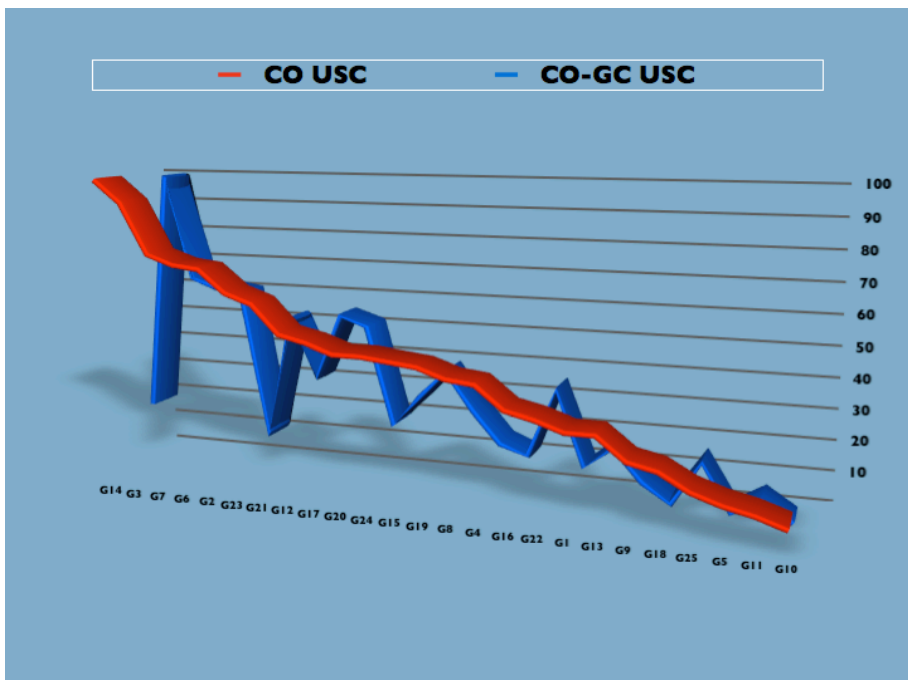


Figura16. Puntuación normalizada en base a la puntuación obtenida por los grupos CIBERobn en el periodo 2010, aplicando criterios de Calidad Objetiva y criterios de Calidad - Gestión Científica de la USC

4.4. VALORACIÓN DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS UTILIZANDO CRITERIOS DEL ISCIII

Para la evaluación de la producción científica de los 25 grupos que configuraban el CIBERobn, 200 cumplían los requisitos de alineación temática y pertenencia al primer y segundo cuartil, requisitos necesarios para ser consideradas publicaciones científicas según criterios del ISCIII.

Tras aplicar el método de **Calidad Objetiva del ISCIII** (ver 3.2.1. y 3.2.2), el valor mínimo obtenido por un grupo fue de 4,22 y el máximo de 39,84 puntos. La media fue 15,37. Se sitúan por encima de la media 12 grupos, el grupo G14 alcanza la 1ª posición con 39,84 puntos; la 2ª posición es para el grupo G2 con 29,06 puntos; la 3ª posición es para el grupo G17, con 25,87 puntos. Por debajo de la media se encuentran 13 grupos, de los cuales la 25ª posición es para el grupo G5 con 4,22 puntos; al grupo G8 le corresponde la posición 24ª con 5,52 puntos y al grupo G11 la 23ª con 5,59 puntos (Tabla 1).

Al aplicar el método de **Calidad Objetiva - Gestión Científica del ISCIII** (ver 3.2.1.), el valor mínimo fue de 2,32 y el máximo de 26,66. La media fue de 11,68. Están por encima de la media 11 grupos. El grupo G2 alcanza la 1ª posición con 26,66 puntos; la 2ª posición es para el grupo G12 con 25,47 puntos; la 3ª posición es para el grupo

G4, con 25,43 puntos. Están por debajo de la media 14 grupos de los cuales la 25ª posición es para el grupo G25 con 2,32 puntos; al grupo G8 le corresponde la posición 24ª con 3,16 puntos y al grupo G5 la 23ª con 3,17 puntos (Tabla 6).

La comparación entre los puntos obtenidos aplicando criterios de CO y los obtenidos aplicando criterios de CO-GC pueden observarse en la Figura 17.

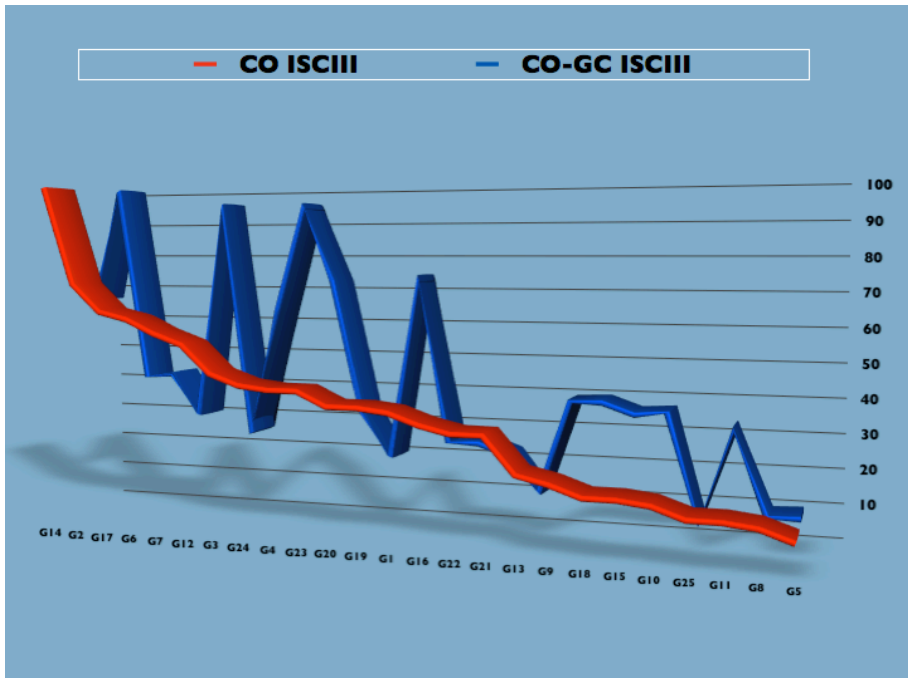


Figura 17. Puntuación normalizada en base a la puntuación obtenida por los grupos CIBERobn en el periodo 2010, aplicando criterios de Calidad Objetiva y criterios de Calidad - Gestión Científica del ISCIII

4.5. VALORACIÓN DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS APLICANDO CRITERIOS DEL CIBERobn

Después de aplicar el método de **Calidad Objetiva del CIBERobn** (ver 3.3.1. y 3.3.2.), el valor mínimo logrado fue de 9,78 y el máximo de 248,38. La media fue de 94,59. Están por encima de la media 11 grupos. El grupo G14 alcanza la 1ª posición con 248,38 puntos; la 2ª posición es para el grupo G21 con 228,61 puntos; la 3ª posición es para el grupo G2, con 209,19 puntos. Están por debajo de la media 14 grupos de los cuales la 25ª posición es para el grupo G5 con 9,78 puntos; al grupo G10 le corresponde la posición 24ª con 17,86 puntos y al grupo G25 la 23ª con 19,16 puntos (Tabla 1).

Al aplicar el método de **Calidad Objetiva - Gestión Científica del CIBERobn** (ver 3.3.1 y 3.3.2.), el valor mínimo fue de 1,01 y el máximo de 30. La media fue de 9,40. Están por encima de la media 11 grupos. El grupo G14 alcanza la 1ª posición con 30 puntos; la 2ª posición es para el grupo G17 con 22,78 puntos; la 3ª posición es para el grupo G6, con 19,33 puntos. Están por debajo de la media 14 grupos de los cuales la 25ª posición es para el grupo G10 con 1,01 puntos; al grupo G25 le corresponde la posición 24ª con 1,37 puntos y al grupo G5 la 23ª con 1,55 puntos (Tabla 6).

La comparación entre los puntos obtenidos aplicando criterios de CO CIBERobn y los obtenidos aplicando criterios de CO-GC CIBERobn pueden observarse en la Figura 18.

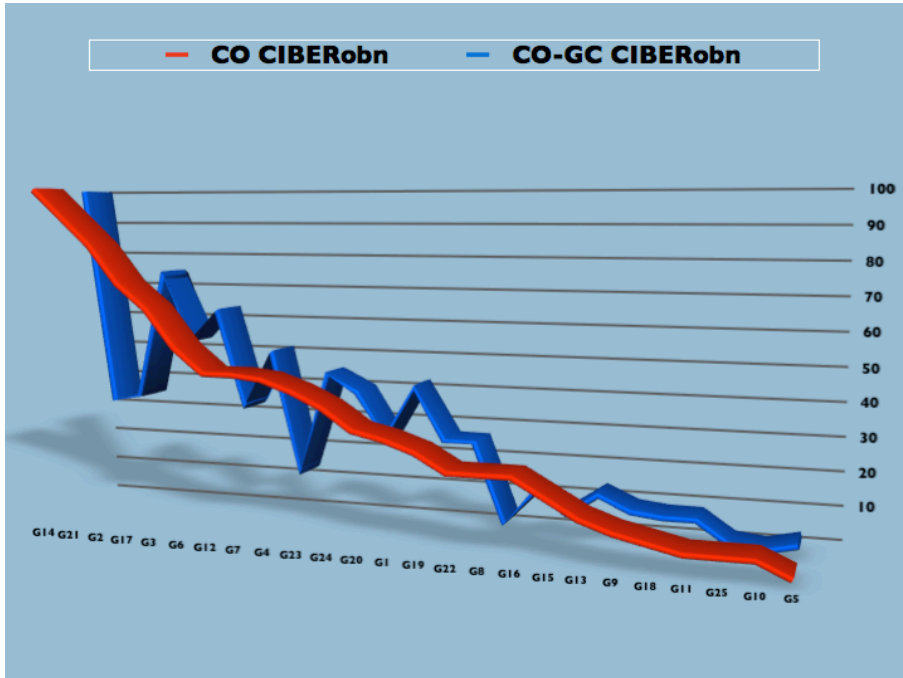


Figura 18. Puntuación normalizada en base a la puntuación obtenida por los grupos CIBERobn para el periodo 2010, aplicando criterios de Calidad Objetiva y criterios de Calidad - Gestión Científica del CIBERobn.

4.6. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Debido a las diferencias que hemos observado entre los resultados obtenidos al comparar los tres métodos de evaluación utilizados, se ha realizado un Análisis de Componentes Principales (ACP). Este análisis aporta una dimensión interesante a nuestro trabajo ya que esta técnica clásica de análisis multivariante sirve para hallar intuitivamente las causas de la variabilidad de un conjunto de datos y ordenarlas por importancia. Permite calcular nuevas variables artificiales como combinación lineal de las variables que tenemos en la muestra.

Una de las ventajas del ACP, para reducir la dimensionalidad de un grupo de datos, es que retiene aquellas características del conjunto de datos que contribuyen más a su varianza manteniendo un orden de bajo nivel de las componentes principales e ignorando las de alto nivel. Un aspecto clave en ACP es la interpretación de los factores, ya que ésta no viene dada a priori, sino que será deducida tras observar la relación de los factores con las variables iniciales (habrá, pues, que estudiar tanto el signo como la magnitud de las correlaciones). No hacen referencia a ningún indicador específico si no que son una creación estadística. En el caso de tres variables, que es el que nos ocupa, el ACP construye una transformación lineal que escoge un nuevo sistema de coordenadas para el conjunto

original de datos en el cual la varianza de mayor tamaño del conjunto de datos es capturada en el primer eje (Componente 1), la segunda (Componente 2) es el segundo eje y la tercera sería el Componente 3. La Componente 1 lógicamente es la que más variabilidad explica, la Componente 2, ortogonal con la primera (no tiene nada que ver con la primera), explica la variabilidad no explicada por la Componente 1.

Análisis de Componentes Principales de las Puntuaciones Estandarizadas de Calidad Objetiva

Hemos llevado a cabo un ACP de las puntuaciones de CO estandarizadas en un intento de aunar o compendiar los tres métodos, los resultados pueden observarse en la Tabla 11.

Se crean tres componentes con el modelo, ya que se pueden calcular tantas componentes como número de variables, en este caso surgen como combinación de las variables previas, que serían los puntos obtenidos tras aplicar criterios de calidad objetiva con los tres métodos, CO USC, CO ISCIII y CO CIBERobn.

Como se abordará no tendrá sentido utilizar la Componente 3 en la discusión ya que con la Componente 1 ya se explica el 89,6% de la

varianza, además de estar creada con datos de los tres métodos, y con las dos primeras componentes se explica el 95%.

	Comp.1	Comp.2	Comp.3
Proporción de la varianza	0,896	0,059	0,044
Proporción acumulada de la varianza explicada	0,896	0,955	1,000

Tabla 11. Importancia de las componentes de Calidad Objetiva

Como se ve en la tabla 12, los valores de “loadings” (el peso o importancia que tienen los resultados de los distintos métodos) de la Componente 1 son negativos para los tres métodos. Es decir, que se comportan de una manera similar, que los resultados obtenidos con cada método inciden en la misma dirección de esta Componente y por lo tanto sirven para distinguir fácilmente los mejores grupos, ya que nos señalan cual es la dirección en la que es más fácil separar unos grupos de otros. Para la Componente 2 este valor es positivo en CO USC, y negativo para CO ISCIII, las puntuaciones obtenidas con dichos métodos inciden en direcciones distintas en la Componente 2, para CO CIBERobn no es estadísticamente significativo. Una expresión gráfica de la clasificación obtenida por los grupos se puede observar en la Figura 19, así como la tendencia

a una mejor posición según los diferentes métodos. Los grupos situados a la izquierda son los mejores (valor negativo de la Componente 1, componente con más proporción acumulada). La dirección de las flechas nos permite distinguir la tendencia o relación entre la Componente y la puntuación obtenida con cada método. Las flechas en rojo indican la tendencia hacia una mejor posición o valoración de cada uno de los métodos por separado. Un ejemplo de la relación que acabamos de comentar entre CO USC y CO CIBER. nos lo ofrece el grupo G3. En la Figura 19 el grupo se encuentra situado en la parte izquierda y superior del eje (valor negativo de la Componente 1 y positivo de la Componente 2), podemos decir que está mejor valorado en la USC (positivo) y peor en ISCIII (negativo) ya que está arriba en la gráfica. Además, éste grupo estará clasificado mejor que el G15, por ejemplo, pero peor que el G14, según la clasificación obtenida con ACP.

	Comp.1	Comp.2	Comp.3
CO USC	-0,576	0,658	-0,486
CO ISCIII	-0,574	-0,748	-0,333
CO CIBERobn	-0,582	*	0,808

Tabla 12. "Loadings" del Análisis de Componentes Principales de las puntuaciones estandarizadas de Calidad Objetiva. () Estadísticamente no significativo*

Resultados

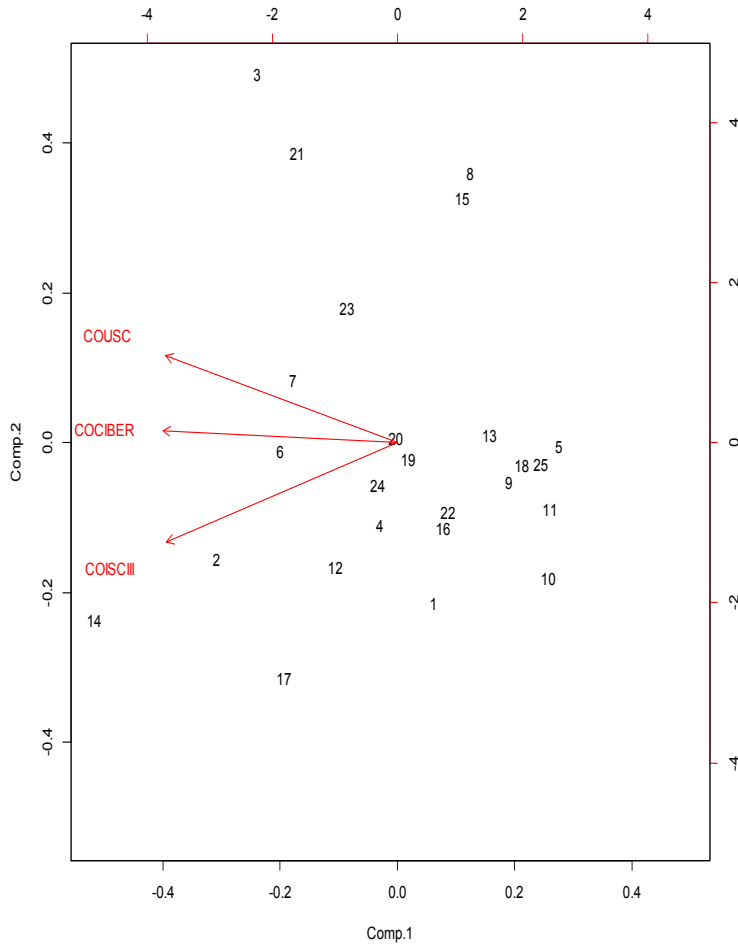


Figura 19. Posición relativa de los grupos según la Componente 1 y Componente 2 tras el análisis de Componentes Principales de las puntuaciones estandarizadas de Calidad Objetiva. En rojo se señalan las tendencias hacia la mejor posición, según los diferentes métodos

Análisis de Componentes Principales de las Puntuaciones Estandarizadas de Calidad Objetiva - Gestión Científica

Se crearon tres componentes (nuevas variables) en el modelo ACP, en este caso tras combinar los datos obtenidos de aplicar CO-GC USC, CO-GC ISCIII y CO-GC CIBERobn, recordamos que no hacen referencia a ningún indicador específico si no que son una creación estadística.

En la Tabla 13 podemos observar la importancia de las Componentes.

En este segundo análisis, la varianza explicada con la primera Componente solo es el 54% y alcanza el 87% con la primera y segunda. Indicando con ello que este modelo clasifica peor que el ACP anterior, CO ACP.

	Comp.1	Comp.2	Comp.3
Proporción de la varianza explicada	0,543	0,334	0,122
Proporción acumulada de la varianza explicada	0,543	0,877	1,000

Tabla 13. Importancia de las componentes de Calidad Objetiva - Gestión Científica

Como se ve en la Tabla 14 el valor de los “Loadings” para la Componente 1 siempre es positivo, cuanto más a la derecha mejor

clasificación, pero con menor seguridad que en el caso anterior (sólo explica el 54%). En la Figura 20, se observa la posición relativa de los grupos teniendo en cuenta las dos Componentes principales. Como los coeficientes de la Componente 1 son positivos los grupos situados a la derecha deberían corresponder con los mejor situados, pero al explicar solo el 54% deberíamos utilizar también la Componente 2, para poder alcanzar una proporción acumulada de la varianza suficientemente significativa, al tener signos diferentes es menos intuitiva la clasificación y con menor seguridad.

	Comp.1	Comp.2	Comp.3
CO-GC USC	0,579	-0,573	-0,579
CO-GC ISCIII	0,404	0,819	-0,407
CO-GC CIBERobn	0,708	*	0,706

Tabla 14. "Loadings" del Análisis de Componentes Principales de las puntuaciones estandarizadas de Calidad Objetiva - Gestión Científica. () Estadísticamente no significativa*

Resultados

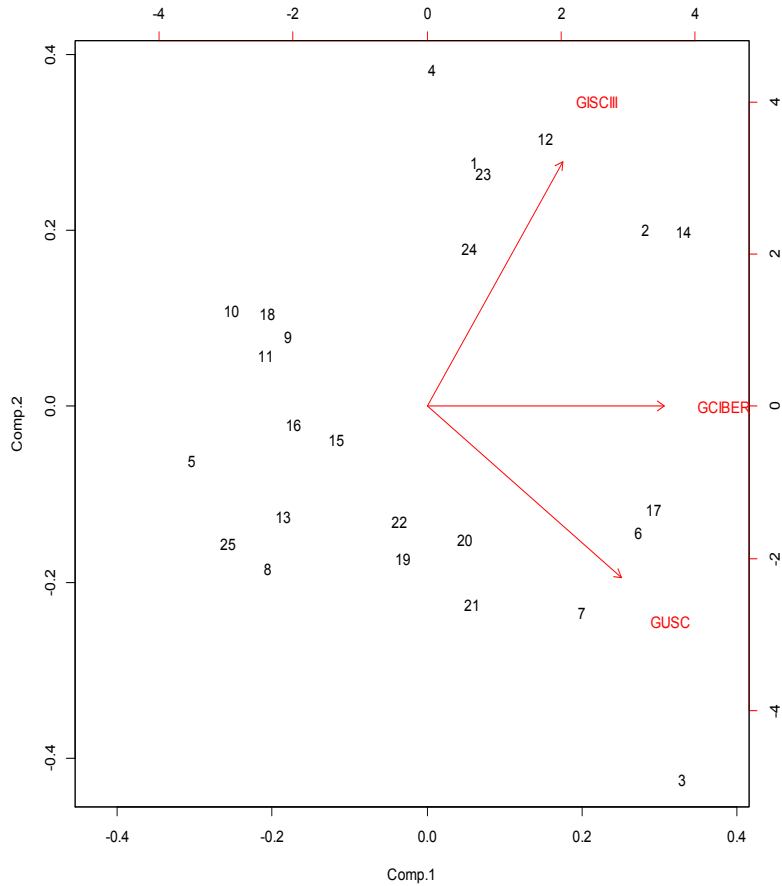


Figura 20. Posición relativa de los grupos según la Componente 1 y Componente 2 tras el análisis de Componentes Principales de las puntuaciones estandarizadas de Calidad Objetiva - Gestión Científica. En rojo se señalan las tendencias hacia la mejor posición, según los diferentes métodos.

Utilizando cualquiera de los métodos con Criterios de Calidad Objetiva, CO USC, CO ISCIII, CO CIBERobn y CO ACP el grupo G14 siempre consigue la 1ª posición. El G6 ocupa la 4ª posición con los métodos de la USC, ISCIII y ACP, pero el 6º con el del CIBERobn. El grupo G13 ocupa la posición 19ª con la USC, CIBERobn y ACP, pero con el del ISCIII ocupa la 17ª posición. El grupo G5 ocupa la última posición con el método del ISCIII, CIBERobn y ACP, con el de la USC ocupa la posición 23ª (Tabla 15).

En la Tabla 16 se pueden ver las puntuaciones obtenidas con Criterios de Calidad Objetiva - Gestión Científica, CO-GC USC, CO-GC ISCIII, CO-GC CIBERobn y CO-GC ACP. Ningún grupo alcanza la misma posición con todos los métodos y sólo el grupo G16 coincide en tres, alcanza la posición 17ª en el ISCIII, CIBERobn y ACP, y la posición 18ª en la USC.

POSICIÓN	CO USC	CO ISCIII	CO CIBERobn	CO ACP
1º	G14	G14	G14	G14
2º	G3	G2	G21	G2
3º	G7	G17	G2	G3
4º	G6	G6	G17	G6
5º	G2	G7	G3	G17
6º	G23	G12	G6	G7
7º	G21	G3	G12	G21
8º	G12	G24	G7	G12
9º	G17	G4	G4	G23
10º	G24	G23	G23	G24
11º	G20	G20	G24	G4
12º	G15	G19	G20	G20
13º	G19	G1	G1	G19
14º	G8	G16	G19	G1
15º	G4	G22	G22	G16
16º	G16	G21	G8	G22
17º	G22	G13	G16	G15
18º	G1	G9	G15	G8
19º	G13	G18	G13	G13
20º	G9	G15	G9	G9
21º	G18	G10	G18	G18
22º	G25	G25	G11	G25
23º	G5	G11	G25	G10
24º	G11	G8	G10	G11
25º	G10	G5	G5	G5

Tabla 15. Posición relativa de los grupos según los métodos utilizando criterios de Calidad Objetiva

POSICIÓN	CO-GC USC	CO-GC ISCIII	CO-GC CIBERObn	CO-CG ACP
1º	G3	G2	G14	G14
2º	G7	G12	G17	G3
3º	G6	G4	G6	G17
4º	G2	G1	G3	G2
5º	G17	G23	G7	G6
6º	G21	G14	G23	G7
7º	G20	G24	G1	G12
8º	G19	G6	G24	G23
9º	G22	G17	G2	G21
10º	G12	G9	G21	G1
11º	G15	G18	G12	G20
12º	G8	G10	G19	G24
13º	G14	G15	G20	G4
14º	G24	G20	G22	G19
15º	G13	G11	G4	G22
16º	G4	G7	G13	G15
17º	G25	G16	G16	G16
18º	G16	G3	G9	G9
19º	G23	G22	G18	G13
20º	G1	G21	G11	G18
21º	G9	G19	G15	G11
22º	G11	G13	G8	G10
23º	G18	G5	G5	G8
24º	G5	G8	G25	G25
25º	G10	G25	G10	G5

Tabla 16. Posición relativa de los grupos según los métodos utilizando criterios de Calidad Objetiva - Gestión Científica

4.7. CATEGORIZACIÓN DE LOS GRUPOS APLICANDO CRITERIOS DE CALIDAD OBJETIVA - GESTIÓN CIENTÍFICA

Como se ha comentado, tanto la USC como el ISCIII, aunque con criterios opuestos, modulan las puntuaciones CO-GC otorgadas a los grupos a través de la financiación (ver 3.1.1. y 3.2.1.). El CIBERobn no hace esto si no que clasifica a los grupos en cuatro categorías: Excelente, Muy bueno, Bueno y Regular. Otorgando la financiación a los grupos dependiendo de la categoría a la que pertenezca (ver 3.3.).

De un modo similar, presentamos en la Tabla 17 la subclasificación de los grupos según las posiciones alcanzadas al utilizar el método de la USC, del ISCIII, del CIBERobn y el ACP. Se subclasifican en 5 categorías, 4 de seis grupos cada una y 1 de uno. La primera corresponde a los grupos Excelentes, la segunda a los grupos Muy buenos, la tercera a los grupos Buenos, la cuarta a los grupos Regulares y finalmente un grupo asignado a la categoría Peligro.

POSICIÓN	CO-GC USC	CO-GC ISCIII	CO-GC CIBERobn	CO-CG ACP
1º	G3	G2	G14	G14
2º	G7	G12	G17	G3
3º	G6	G4	G6	G17
4º	G2	G1	G3	G2
5º	G17	G23	G7	G6
6º	G21	G14	G23	G7
7º	G20	G24	G1	G12
8º	G19	G6	G24	G23
9º	G22	G17	G2	G21
10º	G12	G9	G21	G1
11º	G15	G18	G12	G20
12º	G8	G10	G19	G24
13º	G14	G15	G20	G4
14º	G24	G20	G22	G19
15º	G13	G11	G4	G22
16º	G4	G7	G13	G15
17º	G25	G16	G16	G16
18º	G16	G3	G9	G9
19º	G23	G22	G18	G13
20º	G1	G21	G11	G18
21º	G9	G19	G15	G11
22º	G11	G13	G8	G10
23º	G18	G5	G5	G8
24º	G5	G8	G25	G25
25º	G10	G25	G10	G5

Tabla 17. Categorización de los grupos según la posición obtenida con cada método aplicando criterios CO-GC

En la siguiente tabla se puede apreciar qué categorización ha obtenido cada grupo con cada método (Tabla 18). Se valoró que la última categoría, Peligro, podría ser útil para la toma de decisiones importantes sobre los aspectos a mejorar e incluso la valoración de la pertenencia o no de estos grupos al CIBERobn.

En este análisis se observó que solo uno de los grupos conserva la misma categorización aplicando los distintos métodos, el G16, clasificado como Bueno. En cuanto a la subclasificación de Excelente, 6 grupos la han obtenido con tres métodos: G2, G3, G6, G7, G14 y G17. Es destacable el G14 que con el método de la USC se clasificó como Bueno. En el lado opuesto, el grupo G25 para el CIBERobn y ACP se categorizó Regular, para la USC como Bueno y en Peligro para el ISCIII. Las situaciones con más variación según el método aplicado las presentaron los grupos: G1, G8, G10, G21 y G23. El primero es clasificado Excelente con un método, Muy bueno, con 2 y Regular con el de la USC. El grupo G8, como Regular en tres ocasiones, salvo al aplicar el método de la USC en donde es valorado como Muy bueno. El grupo G10, clasificado como Peligro para la USC y el CIBERobn, Regular aplicando ACP, fue categorizado como Muy Bueno al aplicar el método del ISCIII. El G21 es valorado como Excelente por la USC, Muy bueno por el CIBERobn y ACP y según el ISCIII es Regular. El último grupo de estos, el G23, según el método del ISCIII y el CIBERobn ha sido

Excelente, aplicando ACP fue clasificado como Muy bueno y para la USC fue Regular.

GRUPO	CO-GC USC	CO-GC ISCI	CO-GC CIBERobn	CO-GC ACP
G1	REGULAR	EXCELENTE	MUY BUENO	MUY BUENO
G2	EXCELENTE	EXCELENTE	MUY BUENO	EXCELENTE
G3	EXCELENTE	BUENO	EXCELENTE	EXCELENTE
G4	BUENO	EXCELENTE	BUENO	BUENO
G5	REGULAR	REGULAR	REGULAR	PELIGRO
G6	EXCELENTE	MUY BUENO	EXCELENTE	EXCELENTE
G7	EXCELENTE	BUENO	EXCELENTE	EXCELENTE
G8	MUY BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR
G9	REGULAR	MUY BUENO	BUENO	BUENO
G10	PELIGRO	MUY BUENO	PELIGRO	REGULAR
G11	REGULAR	BUENO	REGULAR	REGULAR
G12	MUY BUENO	EXCELENTE	MUY BUENO	MUY BUENO
G13	BUENO	REGULAR	BUENO	REGULAR
G14	BUENO	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE
G15	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	BUENO
G16	BUENO	BUENO	BUENO	BUENO
G17	EXCELENTE	MUY BUENO	EXCELENTE	EXCELENTE
G18	REGULAR	MUY BUENO	REGULAR	REGULAR
G19	MUY BUENO	REGULAR	MUY BUENO	BUENO
G20	MUY BUENO	BUENO	BUENO	MUY BUENO
G21	EXCELENTE	REGULAR	MUY BUENO	MUY BUENO
G22	MUY BUENO	REGULAR	BUENO	BUENO
G23	REGULAR	EXCELENTE	EXCELENTE	MUY BUENO
G24	BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO
G25	BUENO	PELIGRO	REGULAR	REGULAR

Tabla 18. Subclasificación de los grupos atendiendo a los predicados verbales del CIBERobn

Debemos recordar que esta método de clasificación, basada en otorgar una calificación diferente según el cuartil (si prescindimos de la categoría Peligro los grupos se disponen en cuatro cuartiles de 6 grupos cada uno) en el que se encuentra un grupo, ha sido consensuado y aceptado por los grupos del CIBERobn. Si tomamos como referencia los datos aportados por la Tabla 7, *"Puntuación obtenida con cada método por los grupos en el periodo 2010, aplicando criterios de Calidad Objetiva - Gestión Científica"*, podemos ahora ver las medias, máximas y mínimas por método y categoría alcanzadas según la categorización Excelente, Muy bueno, Bueno, Regular, Peligro, aplicando el método de CO-GC USC, vemos equilibrio entre posición y categoría (Figura 21).

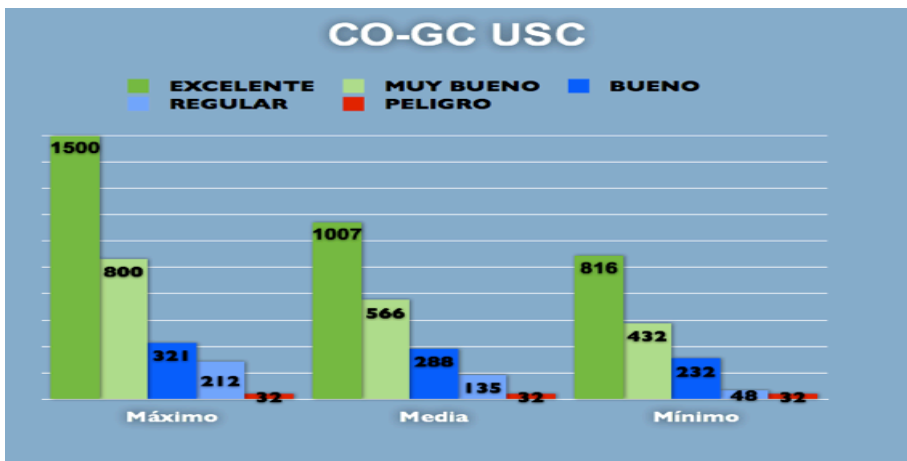


Figura 21. Comparación entre las puntuaciones máximas, medias y mínimas al aplicar criterios CO-GC USC, según categorización

Unos datos similares observamos al aplicar el método CO-GC ISCIII (Figura 22) y al aplicar el método CO-GC CIBERobn (Figura 23).

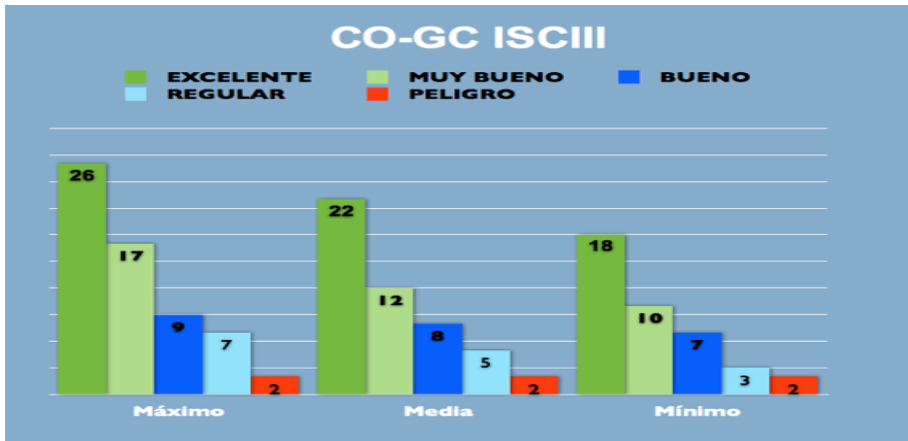


Figura 22. Comparación entre las puntuaciones máximas, medias y mínimas al aplicar criterios CO-GC ISCIII, según categorización

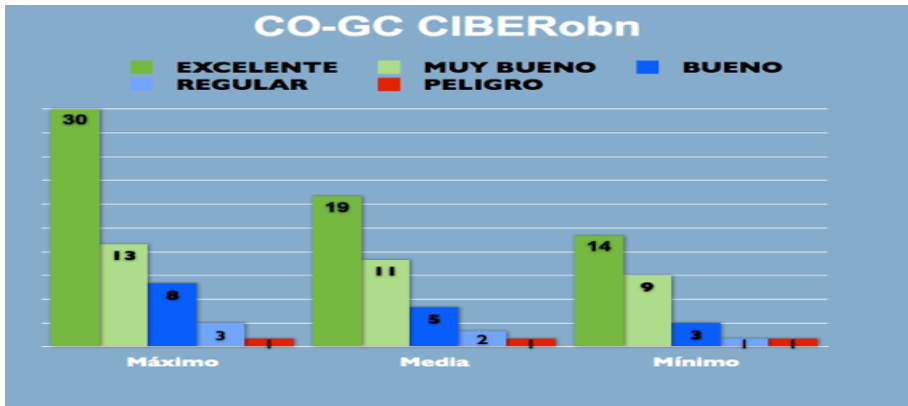


Figura 23. Comparación entre las puntuaciones máximas, medias y mínimas al aplicar criterios CO-GC CIBERobn, según categorización

5. DISCUSIÓN

El crecimiento exponencial de la actividad científica, y su mayor presencia en los medios en los últimos años, ha favorecido que su evaluación haya adquirido un papel fundamental en el desarrollo de la ciencia, otorgando reconocimiento personal, social y promoción profesional a los investigadores, condicionando indirectamente el acceso a los recursos de investigación¹⁸². Es necesario, al igual que en otras actividades, establecer prioridades ya que no existen recursos para todo y todos⁵⁵. Estos recursos que sostienen las actividad científica, y la investigación como expresión última de la misma, proceden en su mayor parte de sectores públicos o de empresas que exigen, razonablemente, conocer si la financiación que han aportado es racionalmente utilizada, y es aquí en donde la evaluación de la producción científica y el papel de la gestión científica cobran un nuevo e importante significado.

Algo parece claro en relación con la investigación, el hecho de que cuantificar y evaluar la actividad científica es una empresa difícil y que la publicación de los resultados en revistas científicas es el medio más habitual y aceptado para comunicar los avances en la investigación. La elección de cuáles son las variables o indicadores

para valorar la producción debe realizarse teniendo en cuenta lo anterior y dentro del contexto en el que se desarrolla²¹¹.

La valoración de la calidad de la producción científica con criterios fiables y en tiempo real es un reto para las instituciones y agencias financiadores, ya que obtener información adecuada sobre lo que se ha publicado recientemente a través de indicadores bibliométricos y criterios de financiación es difícil. Por ello, se deben escoger minuciosamente las herramientas que se van a utilizar en los procesos de evaluación y se deben estimar sus ventajas e inconvenientes atendiendo a nuestro objeto de evaluación.

El CIBERobn constituye un objeto idóneo para analizar los métodos de valoración de la producción científica en tiempo real. La creación en el año 2006 de los CIBER como estructura de investigación en red marcó un hito sin precedentes hasta el momento como nuevo modelo de investigación. Su peculiar y novedosa estructura, el interés del ISCIII como entidad financiadora por realizar una evaluación con criterios de gestión científica para modular la clasificación y financiación de los mismos, el compromiso de la Dirección Científica del CIBERobn y de sus grupos de investigación para crear un método de evaluación de su producción científica nos ofrece una oportunidad única para dicho análisis. Con la implementación de la metodología aquí descrita se ofrece una guía

en donde se jerarquizan distintos ítems de evaluación científica y se valoran en tiempo real para cumplir con los requisitos del ISCIII.

En este sentido, debemos hacer de nuevo hincapié en que el sistema de evaluación que el ISCIII aplica a los CIBER es anual y es por este motivo que desde el CIBERobn se haya buscado un sistema que combine indicadores bibliométricos y que ofrezca la mayor información posible sobre diversos aspectos de la producción, unos intrínsecos o propios de la misma, "Calidad Objetiva", y otros más propios de la gestión o política científica que modifican el valor de los anteriores, "Gestión Científica". Para la realización de este trabajo se ha evaluado la producción de los 25 grupos pertenecientes al CIBERobn del año 2010. La razón de esta elección es que ya ha transcurrido tiempo suficiente para considerar sus resultados definitivos, todos los trabajos han podido ser evaluados individualmente pasado el proceso de alegaciones de los grupos y solo hace referencia a la última versión de los trabajos publicados en papel.

Han sido utilizados tres métodos para la valoración de dicha producción: "Ayuda a la Investigación de la USC. Puntuación de las actividades valorables de investigación", "Guía de seguimiento y de evaluación de resultados anuales de los Centros de Investigación Biomédica en Red (CIBER)" del ISCIII", y el método "Documento de

metodología interna de evaluación CIBERobn" . Y se han utilizado los grupos del CIBERobn como material analizable.

La elección de utilizar el método de la USC en la comparación fue debido, en primer lugar, a que es la institución que da cobijo a los dos grupos del CIBERobn de Galicia y a la Dirección Científica del mismo. Es una institución de prestigio que tiene como uno de sus fines la generación de conocimiento científico. Otro aspecto importante para su elección fue el hecho de que evalúa anualmente la producción científica de sus grupos.

El método del ISCIII ha sido creado para valorar a los CIBER, está perfilado teniendo en cuenta las características propias de la estructura CIBER y evalúa la producción científica del año previo, evidentemente en un estudio de estas características su utilización es necesaria.

Debemos recordar que en este trabajo solo hemos analizado los datos relacionados con las publicaciones científicas ya que, como hemos comentado previamente, los tres métodos evalúan más aspectos, tales como la internacionalización, traslación de los conocimientos a la sociedad, patentes, etc.

Para realizar una comparación de la valoración de la producción científica utilizando métodos diferentes se hace necesario distinguir entre "*Calidad Objetiva*" (CO) y "*Calidad Objetiva - Gestión*

Científica" (CO-GC). Esta distinción es precisa ya que nos permite separar aquellos componentes de la publicación que hacen referencia al valor intrínseco de la propia publicación, identificados como FI, factor de impacto, y Q, cuartil en el que se encuentra la revista en la que está publicado el trabajo, de aquellos componentes que hacen referencia a los factores extrínsecos de la misma, decididos por los responsables de evaluación y/o gestión e identificados como F, filiación, A, alineación temática, C, colaboración, S, responsabilidad intelectual, captación de fondos y financiación obtenida. Estos factores extrínsecos no tienen valor independientemente de los componentes de CO, de nada nos sirve saber si una publicación ha sido realizada en colaboración o si está relacionada con la temática que estudiamos si no sabemos cuál es el valor propio, intrínseco de la publicación y de la posible repercusión que ésta tendrá en la comunidad científica. La distinción entre CO y CO-GC nos permite hacer una valoración individualizada de los métodos comparados. Los tres métodos de valoración de las tres entidades incluyen componentes de CO-GC y coinciden con los documentos - guía *"Ayuda a la Investigación de la USC. Puntuación de las actividades valorables de investigación"*, *"Guía de seguimiento y de evaluación de resultados anuales de los Centros de Investigación Biomédica en Red (CIBER)"* del ISCIII y el que hemos elaborado desde el CIBERobn, *"Documento de metodología interna de evaluación CIBERobn"*. La financiación otorgada por las

instituciones a cada grupo dependerá finalmente de la posición que éstos logren tras la evaluación. El FI y el Cuartil son los publicados en el JCR de 2009, el disponible en el momento de hacerse una evaluación en tiempo real (inicios de 2010) , ya que el del 2010 solo está disponible en el segundo semestre de 2011

La USC utiliza como criterio de CO únicamente el de "Cuartil al que pertenece la revista en la que ha sido publicado el artículo", otorgando diferentes puntuaciones dependiendo del cuartil al que pertenezca pero sin diferenciar dentro de las revistas que están en el 1^{er} Cuartil, aquellas que pertenecen al 1^{er} Decil.

Emplea varias bases de datos debido a la diversidad de áreas que debe evaluar. Nosotros solo hemos utilizado los trabajos publicados en revistas recogidas en el JCR ya que en ellas se incluyen todas las publicaciones evaluables de los grupos del CIBERobn. El método de la USC no otorga valor al FI de las revistas en las que se han publicado los artículos. De los tres métodos es el único que no pondera, no limita a un valor máximo, predefinido o no, los valores obtenidos aunque al final, después de haber sumado los puntos obtenidos por todas las publicaciones los ajusta multiplicándolos por el *Índice de Captación de Costes Indirectos*, factor multiplicador siempre al alza en relación directa con el dinero utilizado o dinero conseguido en concurso competitivo para la propia investigación, cuanto más gasto más recibo, siendo este el CO-GC. La diversidad

de las entidades a las que pertenecen los grupos CIBERobn no permite cuantificar homogéneamente los costes indirectos captados por los mismos al ser las retenciones diferentes. Por este motivo se ha utilizado para el cálculo el 100% de los fondos captados, con la ponderación descrita en 3.1.1., no modifica el efecto modulador del mismo ya que sería como una normalización del dinero captado.

En cuanto al método del ISCIII, no permite aislar directamente los componentes de CO porque en su evaluación los criterios de CO-GC se utilizan como valoradores unidos y no se pueden separar y evaluar independientemente. Por este motivo, y para poder aislar los criterios de CO en este método, hemos utilizado los apartados 1 y 2 del Indicador 1: *Número de publicaciones en los índices de citación del JCR en el primer y segundo cuartil* y del Indicador 2: *Factor de impacto medio de las publicaciones del primer y segundo cuartil* (ver 3.2.1.). No se han utilizado los Indicadores 3 y 4 porque hacen referencia a publicaciones en colaboración, y la colaboración es un criterio de Gestión Científica. El ISCIII entiende la pertenencia al 1ª y 2ª cuartil como un indicador de productividad y de calidad, asumiendo como criterio de calidad el prestigio de la revista en la que se publica. El FI medio lo identifica como un indicador de visibilidad y la colaboración como un aspecto esencial y distintivo de los CIBER. El método del ISCIII valora los artículos publicados en revistas indexadas con FI, pertenecientes al primer y segundo cuartil. Solo acepta aquellas que estén alineadas con la temática del

CIBERobn y valora que fomenten las colaboraciones intraCIBER, extraCIBER y colaboraciones con grupos internacionales. Así de las 292 publicaciones valoradas en la USC y el CIBERobn solo se han valorado 200 en el ISCIII.

El método del CIBERobn aquí presentado separa de una manera muy clara ambos componentes, el de CO estaría formado por el FI de la revista en la que ha sido publicado el artículo y el cuartil (E) al que pertenece (valorando más aquellas publicaciones que pertenecen al 1^{er} Decil). El componente que hace referencia a los Criterios de Gestión Científica tiene en cuenta la Alineación, la Colaboración nacional o internacional y la Responsabilidad intelectual.

$$(FI \times E \times F \times A \times C \times CI \times S) = \text{puntos CIBERobn}$$

Los criterios de CO-GC, como hemos explicado no tienen sentido por sí mismos. De los tres métodos, el del CIBERobn y el del ISCIII utilizan más indicadores de CO, ambos métodos (aunque de manera diferente) utilizan el FI y el Cuartil al que pertenece la revista en la que está publicado el artículo. Probablemente el método de la USC no lo utiliza por la diversidad de áreas que debe analizar.

Para poder aislar estos componentes, nos hemos encontrado con dificultades en el método de la USC y de ISCIII derivadas del sistema mixto ajustado por financiación que utilizan para otorgar la puntuación final. Por otro lado, el CIBERobn y el ISCIII a través de la ponderación de los indicadores evaluables limita la puntuación obtenida por la producción científica (con el ISCIII el valor máximo que se puede obtener es de 35 puntos y para el CIBERobn 30). Por el contrario la USC no limita el número de puntos otorgados a las publicaciones, por este motivo, en este trabajo no se han ponderado los puntos obtenidos tras la aplicación de criterios de CO para poder hacer una comparación entre los métodos. Debido a las diferencia de puntuaciones otorgada por los tres métodos, la comparación entre ellos sólo puede llevarse a cabo atendiendo al orden/posición de los grupos, o normalizado las puntuaciones.

El *Índice de Captación de Costes Indirectos* de la USC provoca situaciones tan llamativas como que el grupo G14 ocupa la 1ª posición con los tres métodos aplicando sólo criterios de CO. Si aplicamos criterios de CO-GC, mantiene la 1ª posición en el CIBERobn, se sitúa en la posición 6ª con el método del ISCIII y desciende a la 13ª posición utilizando el método de la USC. Como se ha indicado, sólo estos dos últimos métodos, aunque con criterios opuestos, modulan la evaluación con criterios de financiación (la USC multiplica los puntos obtenidos por el grupo por el *Índice de Captación de Costes Indirectos* y el ISCIII divide los puntos

obtenidos en cada indicador por el *Porcentaje del total de la Subvención Nominativa* asignada al grupo). Otros dos ejemplos interesantes y significativos de cómo afecta esta modulación los encontramos en el grupo G3 y el grupo G25. El primero, aplicando criterios de CO, siempre ocupa posiciones dentro del 1º Cuartil (2ª posición con el métodos USC, 7ª posición con el ISCIII y 5ª con el del CIBERobn). Aplicando criterios CO-GC se sitúa la 1ª posición utilizando el método de la USC y baja llamativamente a la posición 18ª con el método del ISCIII. El segundo ejemplo nos lo ofrece el grupo G25 que en todas las evaluaciones se encuentra entre las posiciones 22 y 25 salvo en la evaluación con criterios de CO-GC de la USC, donde alcanza la posición 16 al modular la CO por los fondos obtenidos por el grupo.

Para discutir los efectos de la financiación retomamos a modo de ejemplo la posición alcanzada por los grupos G14 (el primero en CO siempre) y G25 (mal situado en CO). Aplicando el método de la USC podemos intuir que el grupo G14 posee una gran producción científica medida en términos de Calidad Objetiva pero no capta financiación. Por el contrario el grupo G25 no tiene una buena producción científica pero posee una gran capacidad para obtener fondos para la investigación, cualidad muy importante si el hecho de captar fondos es lo importante, pero no tiene en cuenta la rentabilidad obtenida con esos fondos.

Como hemos visto, si bien en sentido contrario, tanto la USC como el ISCIII (esto no sucede en el CIBERobn) utilizan la financiación conseguida u otorgada al grupo investigador para modular la valoración de la producción científica. Debemos meditar sobre el peligro de utilizar este criterio ya que la calidad real de un artículo no depende de este aspecto¹⁶⁶, de todas formas si se decide la utilización de un criterio de financiación siempre tendrá más sentido emplear el criterio atendiendo a la financiación otorgada tal y como hace el ISCIII. Por otro lado, en la situación socioeconómica actual también se debe reflexionar sobre el valor más alto que en la evaluación, habitualmente, se le otorga a la obtención de los fondos competitivos frente a los no competitivos (en el caso de la USC si son fondos competitivos se valoran con el 75% frente a los no competitivos que se valoran con el 25%). Conseguir fondos no competitivos debería contemplarse como una importante oportunidad de financiación.

Para analizar las diferencias o similitudes entre los tres métodos hemos utilizado dos herramientas estadísticas para estudiar la correlación existente entre ellos:

Correlación Simple, que indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcional. Con ella observa la alta correspondencia existente, entre las puntuaciones obtenidas por los 25 grupos, al utilizar los criterios de CO de los tres métodos,

superando en todos los casos 0,80 (Tabla 4). Es posible aceptar que los componentes de CO aportan información relacionada y pueden considerarse indicadores adecuados aunque valoren ítems diferentes.

Al aplicar la *Correlación de Spearman*, que hace referencia a la posición de los grupos en una teórica clasificación, y que es una medida de correlación cuyos valores oscilan entre -1 y +1, indicándonos asociaciones negativas o positivas respectivamente y en donde 0, cero, significa no correlación pero no significa independencia. También es posible afirmar la alta correspondencia existente entre las puntuaciones obtenidas por los 25 grupos al utilizar los criterios de CO los tres métodos, observamos también una correlación superior a 0,80 (Tabla 5).

En cuanto a los resultados obtenidos utilizando criterios de CO-GC, los datos muestran una menor o pobre correlación entre los métodos si aplicamos Correlación Simple, superando ligeramente el valor de 0,50 al comparar el método de la USC con el del CIBERobn y no existiendo correlación entre la USC y el ISCIII. Los datos obtenidos con la Correlación de Spearman entre la USC y el CIBERobn sólo supera ligeramente 0,60 mientras que no alcanza 0,50 entre la USC y el ISCIII (Tabla 10), indicando una pobre correlación entre los distintos métodos. Estos resultados nos permiten afirmar que la modulación de la gestión repercute muy distintamente en la

percepción de la calidad de las publicaciones, produciendo situaciones en las que la gestión interfiere mucho en la valoración de una publicación.

El grupo G21 es un ejemplo de esta situación ya que alcanza la 2ª posición con criterios de CO del CIBERobn, que es el que más criterios de calidad utiliza, y desciende a la posición 7ª si aplicamos criterios de la USC. Estos resultados claramente indican que el método de la USC no otorga más valor a los grupos que publican en revistas con FI más alto, es decir, un grupo que ha publicado un artículo en la revista New England Journal of Medicine (FI 2010 - 53,486) recibirá la misma puntuación que la obtenida por otro artículo publicado en la revista Clinical Nutrition (FI 2010 - 3,410), ya que ambas revistas están situadas en el 1^{er} Cuartil.

Esta situación se complica más con los criterios de gestión. De nuevo, un buen ejemplo es el grupo G21, que al aplicar criterios de CO-GC de la USC se sitúa en la posición 6ª con CO-GC del ISCIII la 16ª posición y en la 10ª posición utilizando CO-GC del CIBERobn (Tabla 3 y Tabla 8), lo cual nos confirma la gran influencia y desviación de la puntuación tras la aplicación de criterios de CO-GC.

Hemos observado que los criterios de gestión que utilicemos, aunque sólo sea uno como el caso del método de la USC, pueden distorsionar más la evaluación de la CO que la utilización de cuatro

indicadores de gestión como es el caso del CIBERobn. La CO de la publicación se aleja más de la calidad real si es modulada por fondos captados por el grupo que si se modula por criterios de colaboración, alineación y responsabilidad intelectual, de nuevo el ejemplo de los grupos G14 y G25 dan buena prueba de ello.

A la vista de estos resultados tan dispares, estimamos necesario aplicar un Análisis de Componentes Principales (ACP), intentando aunar en un solo análisis los tres métodos para ordenar o clasificar a los grupos. Se crean tres Componentes en el modelo, no hacen referencia a ningún indicador específico si no que son una creación estadística. El ACP se emplea sobre todo en análisis exploratorio de datos y para construir modelos predictivos, y en este sentido aporta datos interesantes a nuestro trabajo. El *Componente 1* al analizar la CO ya explica el 89% de la varianza (Tabla 13), por lo que es fácil comprender hacia donde tienden los tres métodos en este análisis al tener el mismo signo sus "loading" y con el Componente 2 alcanza el 95%, entonces es fácil clasificar a los grupos según su posición solo con estos dos Componentes. Sin embargo, en cuanto a la aplicación de criterios conjuntos CO-GC el *Componente 1* sólo explica el 54% de la varianza (Tabla 14), lo que de nuevo nos corrobora que la gestión modula de un modo irregular, distorsiona la percepción de la calidad de la producción científica, haciendo su clasificación más difícil. En este caso, si bien los "loading" de la Componente 1 van en

la misma dirección, necesitaríamos tener en cuenta la Componente 2 ya que no quedaba la variabilidad suficientemente explicada, pero nos encontramos que los "loading" nos indican sentidos distintos (diferentes signos). En cuanto a la posición alcanzada por los grupos utilizando ACP, observamos que aplicando criterios de CO, los resultados son más contundentes, el grupo G14 obtiene la primera posición al igual que sucedía al aplicar los criterios de CO de cualquiera de los tres métodos presentados. Al aplicar criterios de CO-GC la posición de los grupos se vuelve distinta y diferente a la conseguida con cualquiera de los tres métodos por separado. Podría ser debido a que los tres métodos miden aspectos diferentes y de diferente manera y que en términos de gestión son difícilmente comparables.

Cuando categorizamos a los grupos en 5 categorías tras aplicar criterios de CO - GC se aprecian claras diferencias, algunas llamativas como que el G3 y G14 son Excelentes con tres métodos, pero descienden hasta dos categorías con otro. Mucho más sorprendente es lo ocurrido con el G10 que puede pasar de Muy bueno a Peligro (cuatro categorías), según el método. De nuevo una prueba más de la arbitrariedad de que los criterios de Gestión lleguen a cualquier evaluación.

Parece claro que deben coexistir los criterios de calidad objetiva de las publicaciones científicas con los criterios de gestión establecidos

por las agencias financiadoras, pero para ello debemos definir previamente cuál es el fin real de dicha evaluación. Entre las preguntas que nos podemos hacer y atendiendo a los métodos estudiados, están las siguientes: ¿Una publicación no alineada con la temática CIBERobn tiene menos calidad intrínseca que una alineada? Evidentemente no, pero si lo que pretendemos valorar es la contribución del CIBERobn a la investigación en obesidad y nutrición es necesario hacer esta distinción. ¿Una publicación conseguida sin financiación es menos relevante que una realizada con fondos competitivos o que una realizada con fondos no competitivos?, la respuesta aquí es un tajante no, según este criterio de la USC, un grupo con gran calidad en producción es infravalorado si no consigue captar fondos y esto provoca una distorsión que debe ser evitada si hablamos en términos de calidad. ¿Debe reconocerse la responsabilidad intelectual?, en un momento en el que cada vez la colaboración con otros grupos tanto nacionales como internacionales va en aumento, es imprescindible reconocer el papel que se ha ejercido a la hora de publicar un avance científico. Por otro lado, no debemos olvidar como ya se ha comentado, la importancia de utilizar varios indicadores de CO para obtener datos más fiables y acordes con la valoración de la producción científica, sobre todo si la tenemos que aplicar en tiempo real.

Estos resultados deben hacernos reflexionar sobre la importancia de que las agencias financiadoras de países como España intenten homogeneizar los criterios de evaluación científica, sin olvidar las características particulares de cada institución. Disponer de un método consensuado que nos aporte información en tiempo real, basado en la transparencia, favorecerá el compromiso y responsabilidad de los implicados para alcanzar los objetivos marcados. La evaluación se debe establecer como una oportunidad no como una amenaza, además de permitir comparaciones, valorar tendencias y comprobar si éstas se ajustan a los criterios de política científica previamente dispuestos.

En el sentido de la transparencia, el documento de la USC puede consultarse en acceso abierto a través de su página Web, mientras que los del ISCIII y el CIBERobn no pueden consultarse, al menos en acceso abierto, a través de sus páginas Web. En un momento de auge de los procesos de evaluación y en el que conceptos como la transparencia y accesibilidad forman parte de las políticas activas de investigación, sería recomendable que este tipo de documentos pudiesen ser consultados por la comunidad científica y la sociedad en general, favoreciendo el intercambio de experiencias. La claridad de estos documentos - guía, evitando interpretaciones, es fundamental. De los tres documentos presentados, el "Documento de metodología interna de evaluación CIBERobn" es el documento más claro de los tres facilitando su uso. El documento de la USC ha sido

el que ha dado lugar a más interpretaciones, requiriendo a los servicios responsables del proceso de evaluación de la USC aclaraciones sobre posibles significados de las instrucciones del documento. Se debe valorar positivamente que la USC ofrece una dirección de correo electrónico perteneciente al Servicio de Convocatorias y Recursos Humanos I+D+i para efectuar cualquier consulta relacionada con este procedimiento. En la Web también cuentan con un apartado de preguntas frecuentes (FAQ) relacionadas con la gestión de la producción científica donde se incorporan las consultas más habituales. La redacción del documento del ISCIII no es del todo precisa y por lo tanto también puede dar lugar a interpretaciones erróneas.

La transparencia y la claridad deben ir acompañadas del conocimiento previo por parte de los evaluados del "objeto de la evaluación", este conocimiento es indispensable para conseguir una evaluación de calidad. En este sentido, los métodos presentados pueden sufrir modificaciones de un año a otro. El documento de la USC y el del CIBERobn son los que ofrecen más garantías de no sufrir modificaciones sustanciales, son accesibles y se pueden consultar a lo largo de todo el año, no sólo en el momento de la evaluación. El ISCIII modifica anualmente el documento -guía y la envía en el momento de comenzar el proceso de evaluación a los distintos CIBER, esto puede provocar incertidumbre al no conocer de

antemano, aunque lo puedan intuir, el objeto de evaluación. En cuanto a la revisión de la documentación entregada por los grupos para justificar su producción científica la Dirección Científica del CIBERobn es la responsable de revisar la información y comprobar que los datos enviados por los grupos se corresponden con la documentación justificativa. Si se detectan errores, durante el periodo de alegaciones los grupos pueden subsanarlos. En la USC, la OIT lleva a cabo una comprobación por muestreo de la veracidad de los datos registrados, por lo que no requiere el envío de todos los documentos justificativos pero puede solicitar cuando lo estime oportuno la justificación correspondiente a los méritos registrados por los departamentos, institutos, centros singulares o grupos de investigación. En el caso de que en la verificación se detectaran méritos para los que no existe documentación justificativa, la USC procedería a deducir del importe de producción científica del año siguiente el 300% de la cantidad que le correspondería al grupo o grupos de investigación implicados por cada ítem no justificado. Por nuestra experiencia en el CIBERobn muchos errores se producen sin mala intención, los investigadores no son gestores científicos, así que pueden introducir información errónea y, desde la unidad de evaluación se debe explicar cuál es el criterio por el que no se admite un determinado mérito y permitir a los grupos la subsanación, si fuese pertinente, de dichos errores.

Tras la revisión de los tres métodos hemos comprobado cómo la cualidad multidimensional de la producción científica complica enormemente los procesos de evaluación. El uso combinado de diversos indicadores² donde los criterios de CO sean representativos nos proporcionará una mayor estabilidad y objetividad en los procesos de evaluación^{18,166}. Los indicadores bibliométricos son siempre relativos^{29,107,166} y deben relacionarse con la base de datos de la que procede e indicar claramente el periodo al que se refiere²¹¹.

Sin duda se debe establecer cuál es el fin del trabajo investigador. Los responsables de las políticas científicas, las instituciones y los gestores de investigación deben aclarar qué entienden por calidad y qué repercusión adquieren sus sistemas evaluadores a la hora de potenciar la ciencia de calidad. El ISCIII otorga mucho valor a la colaboración de los grupos porque el CIBER es una "red de colaboración", de hecho y como hemos visto en su método, dos de sus indicadores son exclusivamente referidos a publicaciones en colaboración (ver 3.2.1.) y esta colaboración debe plasmarse en la producción científica, de hecho las publicaciones en colaboración son valoradas y puntuadas 4 veces: en el *Indicador 1* (del número total de publicaciones en revistas de primer y segundo cuartil) y en el *Indicador 3* (*número de publicaciones colaborativas en revistas de primer y segundo cuartil*), el *Indicador 2* (*Factor de Impacto promedio de todas las publicaciones en revistas de primer y segundo cuartil*) y

el Indicador 4 (Factor de Impacto promedio de todas las publicaciones colaborativas en revistas de primer y segundo cuartil).

Nuestro método, además de profundizar en la valoración de los ítems utilizados también por la USC (cuartil al que pertenece la revista) y por el ISCIII (valoración del 1º y 2º cuartil, colaboración, alineación), valora otros ítems, entre ellos la contribución de los autores en la publicación^{3,41}, marcando una gran e importante diferencia en la valoración.

En un contexto en el que el número de autores e instituciones por trabajo no deja de crecer, fenómeno que aumenta en las revistas internacionales de primer nivel, es primordial valorar la contribución de los autores a la producción científica. En el mundo de la investigación se han consolidado una serie de convenciones entre la comunidad científica que atribuyen significación al orden de la firma de los trabajos publicados^{3,41,59,212,213}. Debemos reconocer que si el crédito de la investigación en los artículos con varios autores se otorga de forma completa a cada autor puede producir importantes sesgos que distorsionan las medidas bibliométricas y que benefician a los autores colaboradores o secundarios. Para evitar este problema se debería prestar más interés en realizar una “valoración armónica” del crédito otorgado a las publicaciones científicas con varios autores^{38,39,214,215}. Esta idea sugiere conceder el mérito científico atendiendo al rango del autor (máximo para el primer autor

y último, de no existir indicación al respecto) y al número total de autores. Así, el crédito se compartiría entre todos los autores pero garantizando que el primer autor recibe el máximo crédito y que cuanto mayor es el número de autores menor es el crédito de cada uno, salvo excepciones. Esta circunstancia, como se ha visto, es tomada en cuenta en nuestro algoritmo que otorga un valor de 1 al factor S si se es el autor responsable intelectual y un factor de 0,3 para el autor colaborador. Dentro de los criterios de Gestión Científica, el indicador de responsabilidad intelectual es muy importante, aunque no se aplica habitualmente en los sistemas de evaluación. Hemos visto que hay agencias evaluadoras como la CNEAI¹⁸² o la USC²⁰⁴ que solicitan que se identifique el orden de firma de los autores aunque no lo utilizan para otorgar puntuación. De hecho no se ha encontrado ninguna agencia o institución en España, salvo el CIBERobn, que otorgue puntuaciones diferentes a una misma publicación atendiendo a este criterio de un modo explícito. Como ejemplo de la importancia de valorar la responsabilidad intelectual tomemos un trabajo relacionado con la temática CIBERobn publicado en una revista de primer cuartil, con un FI de 10, en la que exista una colaboración intraCIBERobn entre dos grupos y a la cual le aplicamos los criterios de CO utilizando los tres métodos (ver 3.1.1., 3.2.1., 3.3.1.) obtendríamos la siguiente valoración con una única publicación:

- Método de USC: la puntuación otorgada a cada grupo sería de 12 puntos (la publicación pertenecería al tipo A1 se puntuaría el cuartil, no el decil, y se valora con 12 puntos).
- Método del ISCIII: la puntuación otorgada a cada grupo sería de 12 puntos para cada uno de los grupos (1 punto porque pertenece al 1º Cuartil, 1 punto porque también pertenece al primer decil y 10 puntos más por FI).
- Método CIBERobn: la puntuación otorgada al propietario intelectual sería de 19,25 ($FI - 10 \times Q 1,75 \times C 1,1 \times S 1$). La puntuación otorgada al grupo colaborador sería 5,77 ($FI - 10 \times Q 1,75 \times C 1,1 \times S 0,3$).

El 15% de las publicaciones científicas del 2010 han sido realizadas en colaboración con otros grupos del CIBERobn. Esta tendencia en los próximos años aumentará ya que como red se potencian este tipo de colaboraciones y es uno de indicadores más valorados por el ISCIII. Valorar el trabajo teniendo en cuenta la contribución real al mismo debe ser un objetivo para los gestores científicos, ya que favorece una evaluación más justa y también puede prevenir actuaciones poco éticas como otorgar el orden de la firma por amistad o compromisos no científicos sin tener en cuenta la contribución real a la misma. Si aplicamos este criterio de un modo

explícito, los propios investigadores implicados evitarán situaciones no adecuadas e incluso fraudulentas.

A la vista de lo expuesto, también cabe destacar la buena calidad objetiva de las publicaciones del CIBERobn ya que el 85,5% de sus publicaciones pertenecen a revistas que se encuentran en primer y segundo cuartil. En la Figura 4 vemos que, de las publicaciones en primer cuartil, un 35% pertenecen al primer decil. Además, como hemos visto, el FI acumulado es de 1244,395 y el FI medio es de 4,26.

Debemos juzgar la evaluación de la producción científica en tiempo real como una oportunidad para incitar la producción científica de calidad al mismo tiempo que actúa como acicate exigiendo a los gestores científicos la continua búsqueda de alternativas y de herramientas que favorezcan una aproximación lo más fiel posible a la valoración de la calidad objetiva en el contexto actual. La consistencia que el paso del tiempo proporcionará a los CIBER, exigirá una futura revisión del método de valoración CIBERobn y no sólo del CIBER si no de otras entidades como la USC y el ISCIII. Tal como apuntábamos en la justificación de este trabajo, la evaluación más objetiva de un investigador es la que se hace con una mayor

perspectiva temporal, cuanto más tiempo nos separe desde la publicación más robustos serán los indicadores bibliométricos, pero está más alejado del marco temporal que se exige en la valoración, fundamentalmente debido a necesidades de ejecución de gasto. Habría que valorar la utilidad de indicadores actualizados (tiempo real) del valor a largo plazo, como FI a 5 y 10 años. En un momento que se caracteriza por la rápida obsolescencia que sufre el conocimiento científico este hecho nos aportará un importante matiz que permitirá a los gestores realizar una evaluación más completa que posibilite a los responsables de política científica tomar mejores decisiones. Otros elementos que deberán estudiarse para valorar su posible inclusión en el algoritmo de producción científica del CIBERobn, podrían ser el *número de citas de ese artículo* junto con el *Índice h* de los grupos CIBERobn, tomando a estos como un autor. Un ejemplo de la consistencia del factor tiempo lo podemos ver en la propia filiación CIBERobn en los artículos científicos. Es un requisito imprescindible para la admisión de una publicación utilizando cualquiera de los tres métodos. Los CIBER comienzan su andadura en el 2006, si en el 2008 se hubiesen aplicado los criterios de filiación actuales no existiría apenas producción científica CIBERobn, como se puede observar en la Figura 24 se empieza a obtener datos significativos a partir del año 2009.

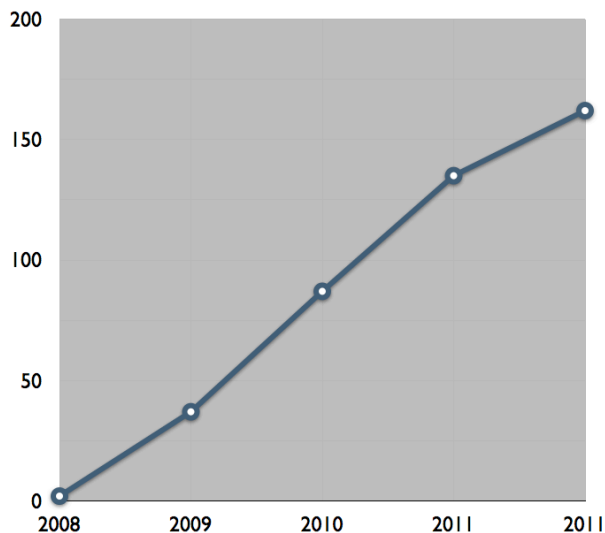


Figura 24: Aparición de publicaciones con filiación CIBERobn en ISI Web of Knowledge 2006 -2011. Datos de la Web of Knowledge- Thomson Reuters septiembre 2012

El Índice h también es un buen ejemplo, utilizando los datos ofrecidos por la Web of Knowledge observamos que en 2009 el CIBERobn tenía un Índice h 19, en la actualidad alcanza un Índice h de 21. En los últimos años, y como ejemplo de la importancia de la contribución de los autores a una publicación, han surgido propuestas para modular el Índice h teniendo en cuenta la

colaboración y el orden de la firma del autor^{40,168} (es otra posibilidad que se debe valorar). En cuanto a las citas recibidas sucede lo mismo, vemos que el paso del tiempo otorga más robustez a este indicador (Figura 25).

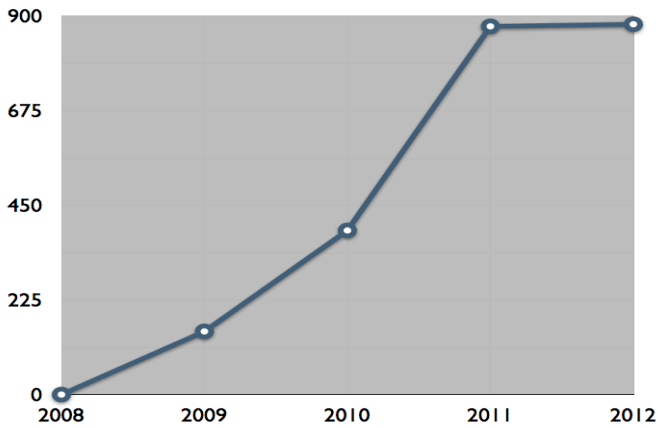


Figura 25: Número de veces que han sido citadas las publicaciones con filiación del CIBERObn en ISI Web of Knowledge 2006 -2012. Datos obtenidos de la Web of Knowledge- Thomson Reuters en septiembre de 2012

La publicación constituye el producto final de la actividad científica y la aportación de los investigadores debería y puede ser adecuadamente determinada mediante una descripción cuantitativa.

La consideración de otros indicadores bibliométricos que se presentan como posibles alternativas como el SCImago Journal Country Rank que es el resultado de la alianza entre la empresa Elsevier (que proporciona la información contenida en su base de datos Scopus) y el grupo de investigación SCImago (que realiza los análisis bibliométricos) también podrían ser alternativas de uso. Las nuevas tecnologías de la comunicación posibilitan un acceso rápido y a veces gratuito a la información que debe ser aprovechado. Cabe mencionar el artículo de Small¹¹⁸, "Cited documents as concept symbols", un clásico en bibliometría que no se localiza gratuitamente en la red de bibliotecas públicas pero se puede descargar sin ningún coste de "Garfield Library" (página Web perteneciente a Eugene Garfield inventor del FI).

Podemos afirmar que después del análisis realizado, el método del CIBERobn es el que más información utiliza tanto de CO como de CO-GC, con la gran ventaja de poder adaptar el algoritmo a las características particulares de diferentes entidades de investigación, apartándose del criterio de financiación tan sujeto a controversias y distintas tendencias. En instituciones de prestigio como la USC, el ISCIII y el CIBERobn, la utilización de un método cuantitativo que recoja varios indicadores bibliométricos en tiempo real y que utilice las nuevas herramientas que nos proporciona la sociedad del conocimiento, favorecerá una óptima aproximación al estado de la actividad investigadora objeto de evaluación¹¹⁴.

Como se menciona en la Introducción, existen más indicadores que podrían ser considerados Objetivos y otros más ligados a la Gestión, algunos de los cuales pudieran mejorar el nuevo algoritmo, permitiendo una valoración más precisa todavía. Sería interesante comprobar el efecto que sobre la valoración de grupo, y tendencia futura, tendría el hecho de añadir dos nuevos indicadores a la formulación aquí presentada, el **FI₅** y el **T**. El **FI₅**, FI de cinco años, es también un indicador indirecto subrogado de la calidad de un trabajo, es un indicador más estable que muestra la influencia del conocimiento científico aportado, de la huella que deja en la sociedad científica. Como modulador de Gestión se podría añadir un valor de la "trayectoria". El **T** hace referencia a la tendencia de la producción de un grupo, valorada como la relación existente entre la puntuación obtenida en la valoración actual en relación con la previa. **FI₅** tomará el valor 1 si no hay diferencias entre FI y **FI₅**, lo mismo que **T** si no hubiese diferencias entre los Puntos CIBERobn obtenidos en la última evaluación con respecto a la anterior. **FI₅** se puntuaría con un 1,1 si aumenta más del 5%, con respecto al FI, el mismo valor adoptaría **T** si la puntuación total obtenida en la evaluación actual es superior al 5% de la última. Finalmente, **FI₅** se valoraría con un 0,9 y si bajasen los valores en más de un 5%. La misma puntuación adoptaría **T** si la puntuación total obtenida en la evaluación actual bajase más del 5% con relación a la última.

El algoritmo finalmente sería el siguiente:

$$\text{Puntos CIBERobn} = \Sigma (\text{FI} \times \text{E} \times \text{FI}_5)(\text{F} \times \text{A} \times \text{C} \times \text{CI} \times \text{S} \times \text{T})$$

En rojo el componente de calidad y en azul el de gestión.

El algoritmo seguiría siendo sencillo, con los componentes claramente separados y de nuevo el valor que sustentaría la calidad de una publicación sería el Factor de Impacto, el FI_5 , solo lo podría modificar en un 10%, al igual que T.

6. CONCLUSIONES

1. Los criterios de evaluación dependientes de la gestión están relacionados con las políticas de investigación en las que se fundamenta la institución, que puede experimentar modificaciones debidas a nuevas inquietudes, intereses y retos a lo largo del tiempo.

2. La evaluación de resultados se presenta como el instrumento más eficaz para las políticas de investigación y como el único medio para rendir cuentas ante los financiadores y la sociedad en general. La evaluación de la producción científica aplicando criterios de tiempo real es una necesidad impuesta por las agencias financiadoras para evaluar y distribuir los fondos destinados a investigación, si bien lograr implementar un método adecuado, aplicable a todos los ámbitos y universalmente aceptado, es complejo porque la comunidad científica también lo es. Pero esto no nos exime de la responsabilidad de conocer y valorar la actividad de investigación.

3. Está internacionalmente aceptado que la calidad de un artículo está relacionada con el contenido de la publicación, la utilización de una metodología adecuada, la claridad de la exposición, la originalidad de los planteamientos y de las conclusiones, y esto tiene valor en sí mismo.
4. Si bien la evaluación de la calidad objetiva tiene valor en sí misma la evaluación con criterios de gestión no tiene sentido independientemente de la calidad objetiva.
5. Los criterios de Calidad Objetiva y los criterios de Gestión Científica establecidos por las agencias financiadoras deben coexistir.
6. Los estudios bibliométricos de la producción científica constituyen un ámbito en desarrollo y por ello cada día surgen nuevas posibilidades de aplicación añadiendo valor a la información para la toma de decisiones de gestión. Lo ideal sería contar con un indicador capaz de valorar la calidad de las publicaciones, más allá de la revisión individualizada por expertos. De no ser posible debemos utilizar indicadores indirectos de dicha calidad, el impacto que las publicaciones produce sobre la comunidad científica, medido a través del FI

de la revista en la que se ha publicado, es uno de los indicadores indirectos más aceptado.

7. El gestor científico como experto en el proceso de evaluación de la producción científica comparte, con los investigadores especializados en evaluación, políticos y financiadores, la responsabilidad de desarrollar un método de evaluación que combine enfoques cualitativos y cuantitativos de una manera adecuada. Los esfuerzos del responsable de la evaluación deben basarse en la combinación inteligente de indicadores bibliométricos y si fuese viable la revisión individualizada por expertos.
8. Las investigaciones bibliométricas nos ofrecen una visión de la actividad científica, así como de su posible comunicación y tendencias, pero no debemos olvidar que sólo nos acercan a la realidad. Los tres métodos presentados miden aspectos diferentes y por lo tanto no pueden ser completamente comparados, cada uno de ellos nos ofrece unas ventajas y unos inconvenientes que deben ser conocidos y aceptados a la hora de ser utilizados.
9. El algoritmo del CIBERobn se ha mostrado útil en la valoración de la calidad de las publicaciones científicas en

tiempo real, individualiza los componentes de calidad científica y gestión, calidad objetiva (en rojo) que hace referencia al Factor de Impacto y Cuartil, y gestión científica (en azul) que hace referencia a la Filiación, Alineación temática, Colaboración nacional e Internacional y la Responsabilidad intelectual.

$$\text{Puntos CIBERobn} = \Sigma (\text{FI} \times \text{E})(\text{F} \times \text{A} \times \text{C} \times \text{CI} \times \text{S})$$

10. Ventajas del modelo de evaluación de la publicación científica de la USC:

- Evalúa la publicación de una manera muy sencilla, otorgando valor a la calidad objetiva sólo a través de la valoración del cuartil al que pertenece la revista en la que ha sido publicado el artículo, esto puede favorecer la no discriminación entre las diferentes Grandes Áreas.

11. Desventajas del modelo de evaluación de la publicación científica de la USC:

- La utilización de un solo indicador de Calidad Objetiva limita la fiabilidad de los resultados obtenidos.

- La utilización del Índice de Captación de Costes Indirectos (basado de un modo indirecto en los fondos obtenidos por el grupo) como criterio modulador de la gestión científica consigue que los grupos muy productivos que dispongan de menos recursos sean peor valorados.
- No se valora la colaboración ni la propiedad intelectual por lo que una publicación puede ser valorada con la misma puntuación varias veces.

12. Ventajas del modelo de evaluación de la publicación científica del ISCIII:

- Es más informativo al utilizar varios criterios de Calidad Objetiva, valora el FI y el decil y el cuartil al que pertenece la revista.
- Está enfocado a la evaluación de una estructura de investigación concreta, los CIBERs.

- Fomenta la colaboración intraCIBER e interCIBER y también la colaboración con otros grupos tanto nacionales como internacionales.

13. Desventajas del modelo de evaluación de la producción científica del ISCIII:

- El método es demasiado complejo.
- No se puede aislar la Calidad Objetiva de la Gestión Científica.
- La ponderación de los indicadores evaluables y la modulación a través de la financiación concedida introduce cierta confusión en la valoración de la Calidad Objetiva de la publicación científica.
- No valora la responsabilidad intelectual, otorgándole la misma puntuación de una publicación en colaboración entre varios CIBER a los CIBER colaboradores.

14. Ventajas del modelo de evaluación de la publicación científica del CIBERobn

- Método consensuado por todos los grupos que pertenecen a la red.

- Individualiza los componentes de calidad científica y gestión.
- Tiene en cuenta más indicadores, entre ellos la propiedad intelectual.
- El algoritmo permite de una manera directa y sencilla añadir o eliminar aspectos evaluables y también conceder más o menos puntuación a los indicadores, si fuese necesario o si fuese decidido por todos los implicados.
- La versatilidad de su algoritmo que permite la introducción o eliminación de nuevos indicadores. Es sencillo y podría introducirse en cualquiera de las aplicaciones informáticas de las agencias evaluadoras.
- Aunque distribuye los recursos según la clasificación de los grupos, no modula la evaluación con aspectos derivados de la financiación.

15. Desventajas del modelo de evaluación de la producción científica del CIBERobn:

- Dentro de los apartados evaluables limita hasta un máximo de 30 puntos a la Producción Científica lo que no fomenta la excelencia investigadora, si bien pretende compensarlo con la ponderación.

- 16.** En el futuro se debería valorar la utilidad de usar más herramientas para el análisis de la producción científica, como el FI de cinco años. El número de citas recibidas o el Índice h de un grupo sólo aportan información fiable si las utilizamos con una perspectiva temporal amplia de difícil encaje en una evaluación en tiempo real.

7. RESUMEN

La evaluación de la investigación requiere de indicadores basados en criterios objetivos que permitan juzgar el valor de los resultados obtenidos, determinar el cumplimiento de los objetivos esenciales e identificar los factores determinantes del éxito de una política científica. La evaluación, como proceso complejo, debe estar en manos de personas preparadas, en donde el gestor científico debe ser un facilitador para alcanzar de una manera eficiente los objetivos de la actividad investigadora. La calidad objetiva de un trabajo hace referencia al valor que tiene la publicación por sí misma, puede cuantificarse independientemente de cualquier otra circunstancia pero la evaluación con criterios de gestión no tiene sentido independientemente de la calidad objetiva. En el contexto actual los criterios de Calidad Objetiva y los criterios de Gestión Científica establecidos por las agencias evaluadoras deben coexistir pero tendrían que poder ser individualizados.

La evaluación de la producción científica, aplicando criterios de tiempo real, es una necesidad impuesta por las agencias financiadoras para distribuir los fondos destinados a investigación. Se han comparado tres métodos para evaluar la producción científica

(publicaciones) del CIBERobn del año 2010. Los tres, el de la USC, ISCIII y el aquí propuesto del CIBERobn. Miden aspectos diferentes y por lo tanto no pueden ser completamente comparados en todos sus aspectos, pero indudablemente sí en su resultado final clasificador. Cada uno de ellos nos ofrece ventajas y desventajas que deben ser conocidas y aceptadas a la hora de ser utilizadas.

Para aumentar la fiabilidad de una evaluación resulta necesario utilizar distintos indicadores que se complementen; de los tres métodos es el del CIBERobn el que nos ofrece más información:

Puntos CIBERobn = $\Sigma (FI \times E)(F \times A \times C \times CI \times S)$. Valora más aspectos relacionados con la Calidad Objetiva (FI y todos los cuartiles) y también es el que valora más aspectos de la Gestión Científica (alineación temática, colaboración tanto nacional como internacional y responsabilidad intelectual en el artículo). Además, es el único que no utiliza la financiación como un criterio modulador de la puntuación, distorsionando con ello menos la valoración de la calidad real del trabajo evaluado.

En un futuro deberá valorarse la inclusión de más indicadores bibliométricos en el algoritmo, siempre que sea posible conciliar la perspectiva temporal con la evaluación en tiempo real.

*FI, factor de impacto/ E, excelencia/ F, filiación/ A pertenencia al área temática o alineación/ C, colaboración con grupos nacionales/ CI, colaboración internacional/ S, responsabilidad intelectual.

8. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Buela-Casal, G., Bermúdez, M. P., Sierra, J. C., Quevedo-Blasco, R., Guillen-Riquelme, A., Castro, A. Relación de la productividad y eficiencia en investigación con la financiación de las comunidades autónomas españolas. *Psicothema* **22**, 924-931 (2010).
- 2 Alfonso, F., Bermejo, J., Segovia, J. Impactología, impactitis, impactoterapia. *Rev Esp Cardiol* **58**, 1239-1245 (2005).
- 3 Cami, J., Méndez-Vásquez, Suñén-Pinyol E. Evolución de la productividad científica de España en biomedicina (1981-2006). *Redes de Investigación de Medicamentos*, 24-29 (2008).
- 4 Opthof, T., Wilde, A.A. One more time: bibliometric analysis of scientific output remains complicated. *Neth Heart J* **19** (2011).
- 5 Williams, G. Misleading, unscientific, and unjust: the United Kingdom's research assessment exercise. *BMJ* **316**, 1079-1082 (1998).

- 6 Tomlinson, S. The research assessment exercise and medical research. *BMJ* **320**, 636-639 (2000).
- 7 Lawrence, P.A. The politics of publication. *Nature* **422**, 259-261 (2003).
- 8 Adam, D. The counting house. *Nature* **415**, 726-729 (2002).
- 9 Moravcsik, M. J. ¿Cómo evaluar la ciencia y a los científicos? *Rev Esp Doc Cient* **12**, 313 - 325 (1989).
- 10 Bordons, M., Zulueta, M.A. Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Rev Esp Cardiol* **52**, 790-800 (1999).
- 11 Abbott, A., Cyranoski, D., Jones, N., Maher, B., Schiermeier, Q. Van Noorden, R. Metrics: Do metrics matter? *Nature* **465**, 860-862 (2010).
- 12 Lane, J. Let's make science metrics more scientific. *Nature* **464**, 488-489 (2010).

- 13 Sancho, R. Medición de las actividades de la ciencia y tecnología. Estadísticas e indicadores empleados. *Rev Esp Doc Cient* **24**, 382-403 (2001).
- 14 Lascurain Sánchez, M. La evaluación de la producción científica mediante indicadores bibliométricos. *Bibliotecas XXIV*, 9-26 (2006).
- 15 Spinak, E. Indicadores cienciométricos. *ACIMED Supl.*, 42-49 (2001).
- 16 Sancho, R. Indicadores de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación. *Economía Industrial* **343**, 97-109 (2002).
- 17 Okubo, Y. Bibliometric indicators and analysis of research systems: Methods and Examples. OECD Science, Technology and Industry Working Papers 1997/01. OCDE Publishing (1997) [accesible vía <http://dx.doi.org/10.1787/208277770603>]
- 18 Moed, H. F. New developments in the use of citation analysis in research evaluation. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)* **57**, 13-18 (2009).

- 19 Pacheco-Mendoza, MV., Milanés-Guisado Y. Evaluación de la Ciencia y los Estudios Bibliométricos. SIRVIS (2009).
- 20 Lotka, A.J. The frequency distribution of scientific productivity. J Wash Acad Sci **16**, 317-323 (1926).
- 21 Escribano, L.V., Vildadiu, C. Autoevaluación de las instituciones investigadoras: una perspectiva metodológica en la universitat de Barcelona. Política Científica **46**, 27-40 (1996).
- 22 Van Raan, A. Advance bibliometric methods as quantitative core of peer review based evaluation and foresight exercises. Scientometrics **36**, 397-420 (1996).
- 23 Wu, R. Making an impact. Nature **428**, 206-207 (2004).
- 24 Camps, D. Estudio bibliométrico de artículos de casuística publicados en la Revista Española de Patología, 2005-2009. Rev Esp Patol **43**, 196-200 (2010).
- 25 Pérez Matos, N. La bibliografía, la bibliometría y las ciencias afines. ACIMED **10** (2002).

- 26 Arencibia - Jorge, R., Moya - Anegón, F. La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la cienciometría. *ACIMED* **17** (2008).
- 27 Jones, A. W. The distribution of forensic journals, reflections on authorship practices, peer-review and role of the impact factor. *Forensic Sci Int* **165**, 115-128 (2007).
- 28 Ruiz-Perez, R., Marcos-Cartagena, D., Delgado Lopez-Cozar, E. Cumplimiento de los criterios sobre autoría científica en las revistas españolas de biomedicina y ciencias de la salud incluidas en los Journal Citation Reports. *Rev Esp Salud Pública* **84**, 809-825 (2010).
- 29 Moed, H. New approaches to the assessment of scientific research. Conferencia del IX Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES), Santiago de Compostela. España, (Jun 12-15 2012).
- 30 Gordon, M.D. A critical reassessment of inferred relations between multiple authorship, scientific collaboration, the production of papers and their acceptance for publication. *Scientometrics* **2**, 193-201 (1980).

- 31 Erlen, J.A., Siminoff, L.A., Sereika, S.M., Sutton, L.B. Multiple authorship: issues and recommendations. *J Prof Nurs* **13**, 262-270 (1997).
- 32 Hoey, J. Who wrote this paper anyway? The new Vancouver Group statement refines the definition of authorship. *Can Med Assoc J* **163**, 716-717 (2000).
- 33 Rennie, D., Yank, V., Emanuel, L. When authorship fails. A proposal to make contributors accountable. *JAMA* **278**, 579-585 (1997).
- 34 Strange, K. Authorship: why not just toss a coin? *Am J Physiol Cell Physiol* **295**, 567-575 (2008).
- 35 Wren, J.D., Kozak, K.Z., Johnson, K.R., Deakyne, S.J., Schilling, L.M., Dellavalle, R.P. The write position. A survey of perceived contributions to papers based on byline position and number of authors. *EMBO reports* **8**, 988-991 (2007).
- 36 Gaeta, T.J. Authorship: "Law" and order. *Acad Emerg Med* **6**, 297-301 (1999).

- 37 Chambers, R., Boath, E., Chambers, S. The A to Z of authorship: analysis of influence of initial letter of surname on order of authorship. *BMJ* **323**, 1460-1461 (2001).
- 38 Hagen, N. T. Harmonic allocation of authorship credit: source-level correction of bibliometric bias assures accurate publication and citation analysis. *PloS One* **3**, e4021 (2008).
- 39 Sekercioglu, C.H. Quantifying coauthor contributions. *Science* **322**, 371 (2008).
- 40 Zhang, C.T. A proposal for calculating weighted citations based on author rank. *EMBO reports* **10**, 416-417 (2009).
- 41 Shapiro, D.W., Wenger, N. S. & Shapiro, M. F. The contributions of authors to multiauthored biomedical research papers. *JAMA* **271**, 438-442 (1994).
- 42 Kane, C., Trochim, W.M. The end of the beginning: a commentary on 'Evaluation metrics for biostatistical and epidemiological collaborations'. *Stat Med* **30**, 2778-2782 (2011).

- 43 Kostoff, R.N. The highly cited SARS research literature. *Crit Rev Microbiol* **36**, 299-317 (2010).
- 44 Masse, L.C., Moser, R. P. Stokols, D., Taylor, B. K., Marcus, S. E., Morgan, G. D., Hall, K. L., Croyle, R. T., Trochim, W. M. Measuring collaboration and transdisciplinary integration in team science. *Am J Prev Med* **35**, S151-160, (2008).
- 45 Smith, A. Medicine is changing. *Mississippi Valley Medical Society* **80**, 137-141 (1958).
- 46 de Solla Price, D. J. *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press (1963).
- 47 de Solla Price, D. J. Ethics of Scientific Publication. *Science* **144**, 655 - 657 (1964).
- 48 Charlton, B. G. Invisible colleges, private patronage and commercial profits versus public goods, government funding and 'crowding-out': Terence Kealey on the motivations and incentives driving science. *Med Hypotheses Res* **72**, 111-115 (2009).

- 49 Davidson Frame, J., Carpenter, M.P. International research collaboration. *Soc Stud Sci* **9**, 481-497 (1979).
- 50 Tijssen, R.J., Waltman, L., Van Eck, N.J. Collaborations span 1,553 kilometres. *Nature* **473**, 154 (2011).
- 51 Wuchty, S., Jones, B. F., Uzzi, B. The increasing dominance of teams in production of knowledge. *Science* **316**, 1036-1039 (2007).
- 52 Jones, B. F., Wuchty, S., Uzzi, B. Multi-university research teams: shifting impact, geography, and stratification in science. *Science* **322**, 1259-1262, (2008).
- 53 Van Eck, N.J., Waltman, L., Noyons, E.C., Buter, R.K. Automatic term identification for bibliometric mapping. *Scientometrics* **82**, 581-596 (2010).
- 54 Bordons, M. Hacia el reconocimiento internacional de las publicaciones científicas españolas. *Rev Esp Cardiol* **57**, 799-802 (2004).

- 55 Cami, J. Priorización de la investigación biomedica: implicaciones para la investigación en salud publica y servicios sanitarios. *Gac Sanit* **14**, 327-329 (2000).

- 56 Cami, J. Notas sobre el contexto bibliométrico de Revista Española de Cardiología. *Rev Esp Cardiol* **60**, 101-103 (2007).

- 57 Cami, J., Zulueta, M. A., Fernández, M.T., Bordons, M., Gomez, I. Producción científica española en biomedicina y ciencias de la salud durante el periodo 1990-1993 (Science Citation Index y Social Science Citation Index) y comparación con el periodo 1986-1989. *Med Clin (Barc)* **109**, 481-496 (1997).

- 58 González-Alcaide, G., Castello-Cogollos, L., Bolaños-Pizarro, M., Alonso-Arroyo, A., Valderrama-Zurián, J. C., Aleixandre-Benavent, R. Veinte años de investigación de la Psicología española en *Psicothema* (1989-2008). *Psicothema* **22**, 41-50 (2010).

- 59 Jimenez-Contreras, E., Torres-Salinas, D., Ruiz-Perez, R., Delgado Lopez-Cozar, E. Investigación de excelencia en

- España: ¿protagonistas o papeles secundarios? *Med Clin (Barc)* **134**, 76-81 (2010).
- 60 Mendez-Vasquez, R.I., Sunen-Pinyol, E., Cervello, R., Cami, J. Caracterización bibliométrica de la producción bibliográfica de los grupos de investigación cardio-cerebrovascular, España 1996-2004. *Rev Esp Cardiol* **65**, 642-650 (2012).
- 61 Bosch, X., P. Villacastín J, Alonso, J. Revista Española de Cardiología in Journal Citation Reports. *Rev Esp Cardiol* **53**, 1421-1424 (2000).
- 62 White, C. Suspected research fraud: difficulties of getting at the truth. *BMJ* **331**, 281-288, (2005).
- 63 Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas <http://www.icmje.org/>.
- 64 Seglen, P. O. Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research. *BMJ* **314**, 498-502 (1997).
- 65 Gervás, J., Pérez Fernández, M. La revisión por pares en las revistas científicas. *Aten Primaria* **27**, 432-439 (2001).

- 66 Winck, J.C., Fonseca, J.A., Azevedo, L.F., Wedzicha, J. A. To publish or perish: how to review a manuscript. *Rev Port Pneumol* **17**, 96-103 (2011).
- 67 Cami, J. Fortalezas y limitaciones del peer review. *Med Clin (Barc)* **131 Suppl 5**, 20-24 (2008).
- 68 Merton, R. K. The Matthew Effect in Science: The reward and communication systems of science are considered. *Science* **159**, 56-63 (1968).
- 69 Spier, R. The history of the peer-review process. *Trends Biotechnol* **20**, 357-358 (2002).
- 70 Kronick, D.A. Peer review in 18th-century scientific journalism. *JAMA* **263**, 1321-1322 (1990).
- 71 Cooper, R.J., Gupta, M., Wilkes, M.S., Hoffman, J.R. Conflict of Interest Disclosure Policies and Practices in Peer-reviewed Biomedical Journals. *J Gen Intern Med* **21**, 1248-1252 (2006).
- 72 Tobin, M. J. Conflicts of interest and AJRCCM: restating policy and a new form to upload. *Am J Resp Crit Care Med* **167**, 1161-1164 (2003).

- 73 Dalton, R. Peers under pressure. *Nature* **413**, 102-104 (2001).
- 74 Laine, C., Mulrow, C. Peer review: integral to Science and indispensable to Annals. *Ann Intern Med* **139**, 1038 -1040 (2003).
- 75 Giles, J. Journals submit to scrutiny of their peer-review process. *Nature* **439**, 252 (2006).
- 76 Reidenberg, J.W. Improving peer review: a guide for reviewers of biomedical research. *Clin Pharmacol Ther* **72**, 469-473 (2002).
- 77 Beran, R.G. Conflict of interests-criticising the critics. *Med Law* **28**, 557-563 (2009).
- 78 Charlton, B.G. Conflicts of interest in medical science: peer usage, peer review and 'Col consultancy'. *Med Hypotheses* **63**, 181-186 (2004).
- 79 Van Kolschooten, F. Conflicts of interest: can you believe what you read? *Nature* **416**, 360-363, (2002).

- 80 Cami, J. Conflicto de intereses e investigación clínica. *Med Clin (Barc)* **105**, 174-179 (1995).
- 81 Brady, J.P. Journal referees: gatekeepers of science. *Biol Psychiatry* **20**, 823-824 (1985).
- 82 Hojat, M., Gonnella, J.S., Caelleigh, A.S. Impartial judgment by the "gatekeepers" of science: fallibility and accountability in the peer review process. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* **8**, 75-96 (2003).
- 83 Thomson, R. Peer Review in Health Sciences. *Qual Health Care* **9**, 264 (2000).
- 84 Lascurain Sánchez, M. La evaluación de la actividad científica mediante indicadores bibliométricos. *Bibliotecas* **XXIV**, 9-26 (2006).
- 85 Iribarren-Maestro, I. Producción científica y visibilidad de los investigadores de la Universidad Carlos III de Madrid en las bases de datos del ISI 1997-2003, Universidad Carlos III de Madrid, (2006).

- 86 Tobin, M. J. The role of a journal in a scientific controversy. *Am J Respir Crit Care Med* **168** (2003).
- 87 Davidoff, F. Masking, blinding, and peer review: the blind leading the blinded. *Ann Intern Med* **128**, 66-68 (1998).
- 88 Waltman, L., Van Eck, N.J., van Leeuwen, T.N., Visser, M.S., Van Raan, A. F. On the correlation between bibliometric indicators and peer review: reply to Opthof and Leydesdorff. *Scientometrics* **88**, 1017-1022, (2011).
- 89 Van Rooyen, S., Godlee, F., Evans, S., Black, N., Smith, R. Effect of open peer review on quality of reviews and on reviewers' recommendations: a randomised trial. *BMJ* **318**, 23-27 (1999).
- 90 Smith, R. Opening up BMJ peer review. *BMJ* **318**, 4-5 (1999).
- 91 Ross, J.S., Gross, C.P., Desai, M.M., Hong, Y., Grant, A.O., Daniels, S.R., Hachinski, V.C., Gibbons, R.J., Gardner, T.J., Krumholz, H.M. Effect of blinded peer review on abstract acceptance. *JAMA* **295**, 1675-1680 (2006).

- 92 Ceci, S. J., Peters, D. P. Peer review--a study of reliability. *Change* **14**, 44-48 (1982).
- 93 Broome, M. E. Peer review: evolution or revolution? *Nurs Outlook* **54**, 61-62 (2006).
- 94 Opthof, T., Coronel, R., Janse, M. J. Where do our reviewers come from? *Cardiovasc Res* **46**, 1-13 (2000).
- 95 Science, <<http://www.sciencemag.org>> (2012).
- 96 The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, <jcem.endojournals.org> (2012).
- 97 Forensic Science International, <<http://www.elsevier.com/locate/forensics>> (2012).
- 98 Wessely, S. Peer review of grant applications: what do we know? *Lancet* **352**, 301-305 (1998).
- 99 Campanario, J. M. El sistema de revision por expertos (peer review): muchos problemas y pocas soluciones. *Rev Esp Doc Cient* **25**, 267-285 (2002).

- 100 Haeffner-Cavaillon, N., Graillot-Gak, C. The use of bibliometric indicators to help peer-review assessment. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)* **57**, 33-38 (2009).
- 101 Garfield, E. The evolution of the Science Citation Index. *Int Microbiol* **10**, 65-69 (2007).
- 102 Alfonso, F. El duro peregrinaje de las revistas biomédicas españolas hacia la excelencia: ¿quién nos ayuda? Calidad, impacto y méritos de la investigación. *Endocrinol Nutr* **57**, 210-220 (2010).
- 103 Garfield, E. Citation indexes for science; a new dimension in documentation through association of ideas. *Science* **122**, 108-111 (1955).
- 104 Garfield, E. Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science* **178**, 471-479 (1972).
- 105 Waltman, L., van Eck, N. J., van Leeuwen, T. N., Visser, M. S., van Raan, A. F. Towards a new crown indicator: an empirical analysis. *Scientometrics* **87**, 467-481 (2011).

- 106 Camps, D. Limitaciones de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la actividad científica biomédica. *Colombia Médica* **39**, 74-79 (2008).
- 107 Johnson, M. H., Cohen, J., Grudzinskas, G. The uses and abuses of bibliometrics. *Reprod Biomed Online* **24**, 485-486 (2012).
- 108 Buela-Casal, G., Sierra, J.C. Criterios, indicadores y estándares para la acreditación de profesores titulares y catedráticos de Universidad. *Psicothema* **19**, 537-551 (2007).
- 109 Mendez-Vasquez, R.I., Sunen-Pinyol, E., Cervello, R., Cami, J. Mapa bibliométrico de España 1996-2004: biomedicina y ciencias de la salud. *Med Clin (Barc)* **130**, 246-253 (2008).
- 110 Quindos, G. Confundiendo al confuso: reflexiones sobre el factor de impacto, el índice h(irsch), el valor Q y otros cofactores que influyen en la felicidad del investigador. *Rev Iberoam Micol* **26**, 97-102 (2009).
- 111 Dávila-Rodríguez, M., Guzmán-Sáenz, R., Macareno Arroyo, H., Piñeres Herera, D., Barranco de la Rosa, D., Caballero-Urbe, V. Bibliometría: conceptos y utilidades para el estudio

- médico y la formación profesional. *Salud Uninorte* **25**, 319-330 (2009).
- 112 Vioque, J., Manuel Ramos, J., Navarrete-Munoz, E. M. & Garcia De La Hera, M. Producción científica española en obesidad a través de PubMed (1988-2007). *Gac Sanit* **24**, 225-232 (2010).
- 113 Camps, D. Estudio Bibliométrico de un Volumen de la Revista Archivos de Medicina. *Archivos de Medicina* **2** (2006).
- 114 López Baena, A., Valcarce Cases M., Barbancho Medina M. Indicadores cuantitativos y cualitativos para la evaluación de la actividad investigadora. *Cuadernos IRC*, 1-13 (1987).
- 115 Gross, P.L., Gross, E.M. College libraries and chemical education. *Science* **66**, 385-389 (1927).
- 116 Pritchard, A. Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation* **25**, 348-369 (1969).
- 117 Goffman, W., Morris, T.G. Bradford's law and library acquisitions. *Nature* **226**, 922-923 (1970).

- 118 Small, H. Cited documents as concept symbols. *Social Studies of Science* **8**, 327-340 (1978).
- 119 Frame, J. D., Narin, F. NIH funding and biomedical publication output. *Fed Proc* **35**, 2529-2532 (1976).
- 120 Bornmann, L., de Moya Anegón, F., Leydesdorff, L. Do scientific advancements lean on the shoulders of giants? A bibliometric investigation of the Ortega hypothesis. *PloS One* **5**, e13327 (2010).
- 121 Cami, J. Evaluación de la investigación biomédica. *Med Clin (Barc)* **117**, 510-513 (2001).
- 122 Chubin, D. E. The competition for talent. *Science* **295**, 972-973 (2002).
- 123 Martínez-Fuentes, J., Meroño Gallut MJ, Ríos-Díaz J. El factor de impacto como criterio para la evaluación de la producción y la calidad científica. *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol* **13**, 29-36 (2010).

- 124 Ha, T. C., Tan, S. B., Soo, K. C. The journal impact factor: too much of an impact? *Ann Acad Med Singapore* **35**, 911-916 (2006).
- 125 Aleixandre, R., Valderrama-Zurián JC, González-Alcaide G. El factor de impacto de las revistas científicas: limitaciones e indicadores alternativos. *El Profesional de la Información* **16**, 4-11 (2007).
- 126 Baneyx, A. "Publish or Perish" as citation metrics used to analyze scientific output in the humanities: International case studies in economics, geography, social sciences, philosophy, and history. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)* **56**, 363-371 (2008).
- 127 Ball, P. Prestige is factored into journal ratings. *Nature* **439**, 770-771 (2006).
- 128 Harms, M. Medline. *Physiotherapy* **95**, 149-150 (2009).
- 129 Grupo-Scimago. SCImago journal & country rank: un nuevo portal, dos nuevos rankings *El Profesional de la Información* **16**, 645-646 (2007).

- 130 Falagas, M.E., Kouranos, V.D., Arencibia-Jorge, R., Karageorgopoulos, D.E. Comparison of SCImago journal rank indicator with journal impact factor. *FASEB J* **22**, 2623-2628 (2008).

- 131 Wedel-Larsen, E., Miño, D. Uso de Scopus y SCIVAL para evaluar investigadores y revisores de proyectos. Sesión aplicada del IX Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES), Santiago de Compostela. España, (Jun 12-15 2012).

- 132 Testa, J. The Thomson Reuters Journal Selection Process, <http://thomsonreuters.com/products_services/science/free/esays/journal_selection_process/> (2012).

- 133 Weinstock, M. Bradford's Law. *Nature* **233**, 434 (1971).

- 134 Purnell, P. Criteria and Selection process of journals in the Journal Citation Reports (JCR). Sesión aplicada del IX Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES), Santiago de Compostela. España, (Jun 12-15 2012).

- 135 McVeigh, M. Journal Self-Citation in the Journal Citation Reports–ScienceEdition,
<http://thomsonreuters.com/products_services/science/free/essays/journal_self_citation_jcr/> (2002).
- 136 de Granda-Orive, J. I., Alonso-Arroyo, A., Roig-Vazquez, F. Which data base should we use for our literature analysis? Web of Science versus SCOPUS. Arch Bronconeumol **47**, 213 (2011).
- 137 Kulkarni, A. V., Aziz, B., Shams, I., Busse, J. W. Comparisons of citations in Web of Science, Scopus, and Google Scholar for articles published in general medical journals. JAMA **302**, 1092-1096 (2009).
- 138 Bakkalbasi, N., Bauer, K., Glover, J. Wang, L. Three options for citation tracking: Google Scholar, Scopus and Web of Science. Biomed Digit Libr **3**, 7 (2006).
- 139 Burnham, J. F. Scopus database: a review. Biomed Digit Libr **3**, 1 (2006).
- 140 Van Raan, A. F., van Leeuwen, T. N., Visser, M. S. Severe language effect in university rankings: particularly Germany

- and France are wronged in citation-based rankings. *Scientometrics* **88**, 495-498, (2011).
- 141 Tharyan, P. Evidence of the people, by the people, and for the people. *Cochrane Database Syst Rev* **8**, ED000013 (2010). doi:10.1002/14651858.ED000013
- 142 Brown, T. Journal quality metrics: options to consider other than impact factors. *Am J Occup Ther* **65**, 346-350 (2011).
- 143 Franchignoni, F., Munoz Lasa, S. Bibliometric indicators and core journals in physical and rehabilitation medicine. *J Rehabil Med* **43**, 471-476 (2011).
- 144 Amin, M., Mabe, M.A. Impact factors: use and abuse. *Medicina* **63**, 347-354 (2003).
- 145 Gonzalez-Alcaide, G., Aleixandre-Benavent, R. Literatura científica de autores españoles sobre análisis de citas y factor de impacto en Biomedicina (1981-2005). *Rev Esp Doc Cient* **31**, 244-365 (2008).
- 146 Garfield, E. Journal impact factor: a brief review. *Can Med Assoc J* **161**, 979-980 (1999).

- 147 Buela-Casal, G. Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas: propuesta del factor de impacto ponderado y de su índice de calidad. *Psicothema* **15**, 23-25 (2003).
- 148 Fassoulaki, A., Sarantopoulos, C., Papilas, K., Patris, K., Melemenis, A. *Can J Anaesth* **48**, 953-957 (2001).
- 149 Greenwood, D. C. Reliability of journal impact factor rankings. *BMC Med Res Methodol* **7**, 48 (2007).
- 150 Tobin, M. J. Thirty years of impact factor and the Journal. *Am J Respir Crit Care Med* **170**, 351-352 (2004).
- 151 Garfield, E. The meaning of the impact factor. *International Journal of Clinical and Health Psychology* **3** 363-369 (2003).
- 152 Alonso-Arroyo, A., Pulgarín A, Gil-Leiva I. Análisis bibliométrico de la producción científica de la Universidad Politécnica de Valencia 1973-2001. *Rev Esp Doc Cient* **29**, 345-363 (2006).
- 153 Miralles, J., Ramos, J. M., Ballester, R. Belinchon, I. Sevilla, A., Moragon, M. Estudio bibliométrico de la revista *Actas*

- Dermo-Sifiliográficas (1984-2003) III. Análisis de los indicadores de repercusión. *Actas Dermosifiliogr* **96**, 572-582 (2005).
- 154 Garfield, E. How can impact factors be improved? *BMJ* **313**, 411-413 (1996).
- 155 Gowrishankar, J., Divakar, P. Sprucing up one's impact factor. *Nature* **401**, 321-322 (1999).
- 156 Garfield, E. The history and meaning of the journal impact factor. *JAMA* **295**, 90-93 (2006).
- 157 Rogers, L.F. Impact factor: the numbers game. *Am J Roentgenol* **178**, 541-542 (2002).
- 158 Hirsch, J.E. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proc Natl Acad Sci U S A* **102**, 16569-16572 (2005).
- 159 Costas, R.B., Bordons, M. Una visión crítica del índice h: algunas consideraciones derivadas de su aplicación práctica. *El Profesional de la Información* **16**, 427-432 (2007).

- 160 Bornmann, L., Hans-Dieter D. What do we know about the h Index? *J Am Soc Inf Sci Technol* **58**, 1381-1385 (2007).
- 161 Grupo-Scimago. El índice h de Hirsch: aportaciones a un debate. *El Profesional de la Información* **15**, 304-306 (2006).
- 162 Rousseau, R.P. A case study: evolution of JASIS' Hirsch index. Preprint (2006).
- 163 Iglesias, J.P., Pecharromán, C. Scaling the h-index for different scientific ISI fields. *Scientometrics* **73**, 303-320 (2007).
- 164 Zhang, C.T. The e-index, complementing the h-index for excess citations. *PloS One* **4**, e5429 (2009).
- 165 Ball, P. Index aims for fair ranking of scientists. *Nature* **436**, 900 (2005).
- 166 Hirsch, J.E. Utilidad y aplicaciones del índice H para evaluar investigadores e instituciones. Conferencia de apertura del IX Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES), Santiago de Compostela. España, (Jun12-15 2012).

- 167 Bornmann, L., Daniel, H. D. The state of h index research. Is the h index the ideal way to measure research performance? *EMBO Reports* **10**, 2-6, (2009).
- 168 Opthof, T., Wilde, A. A. The Hirsch-index: a simple, new tool for the assessment of scientific output of individual scientists: The case of Dutch professors in clinical cardiology. *Neth Heart J* **17**, 145-154 (2009).
- 169 Hirsch, J. E. Does the H index have predictive power? *Proc Natl Acad Sci U S A* **104**, 19193-19198 (2007).
- 170 Glänzel, W. On the opportunities and limitations of the H-index. *Science Focus* **1**, 10-11 (2006).
- 171 Hirsch, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output that takes into account the effect of multiple coauthorship. *Scientometrics* **85**, 741-754 (2010).
- 172 Hirsch, J. E. On the value of author indices. *Physics Today* **64**, 9 (2011).
- 173 Van Raan, A. F. Sleeping Beauties in science. *Scientometrics* **59**, 467-472 (2004).

- 174 Costas, R., Van Leeuwen, T.N., Van Raan, A.F. The "Mendel syndrome" in science: durability of scientific literature and its effects on bibliometric analysis of individual scientists. *Scientometrics* **89**, 177-205 (2011).
- 175 Edwards, A. System to rank scientists was pedalled by Jeffreys. *Nature* **437**, 951 (2005).
- 176 Aguayo-Albasini, J.L., Campillo-Soto, A. Evaluacion de la actividad investigadora mediante el indice h de Hirsch. *Med Clin (Barc)* **131**, 239 (2008).
- 177 Salgado, J. F., Paez, D. La productividad científica y el indice h de Hirschs de la psicología social española: convergencia entre indicadores de productividad y comparación con otras areas. *Psicothema* **19**, 179-189 (2007).
- 178 Imperial, J., Rodríguez Navarro, A. Utilidad del índice h de Hirsch para evaluar la investigación en España. [accesible vía http://www.bit.etsia.upm.es/Imperial_Rodriguez-Navarro.pdf] (2005).
- 179 Bar-Ilan, J. Which h-index? A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar. *Scientometrics* **74**, 257-271 (2008).

- 180 Egghe, L. Theory and practise of the g-index. *Scientometrics* **69**, 131-152 (2006).
- 181 Abbas, A. M. Bounds and inequalities relating h-index, g-index, e-index and generalized impact factor: an improvement over existing models. *PloS One* **7**, e33699 (2012).
- 182 Ruiz-Perez, R., Delgado Lopez-Cozar, E., Jimenez-Contreras, E. Principios y criterios utilizados en Espana por la Comision Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI) para la valoracion de las publicaciones cientificas: 1989-2009. *Psicothema* **22**, 898-908 (2010).
- 183 Trilla, A. Publicar o perecer: ¿perecer por publicar? *Enferm Infecc Microbiol Clin* **22**, 3-5 (2004).
- 184 Relman, A.S. Publish or perish-or both. *N Engl J Med* **297**, 724-725 (1977).
- 185 Comroe, J. H., Publish and/or perish. *Am Rev Respir Dis* **113**, 561-565 (1976).

- 186 Cohen, J., Grudzinskas, G., Johnson, M. Publish or perish: a maxim relevant to authors, readers and editors alike. *Reprod Biomed Online* **23**, 269-270 (2011).
- 187 Greco, P. M. "Publish or perish" who publishes and who perishes? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **141**, 4, (2012).
- 188 Turpin, D. L. Ethics: Publish or perish. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **141**, 256 (2012).
- 189 Trochim, W., Mâsse, LC., Moser, RP., Weld, PC. The evaluation of large research initiatives. A Participatory Integrative Mixed-Methods Approach. *American Journal of Evaluation* **29**, 8-28 (2008).
- 190 Glänzel, W., Schubert, A., Thijs, B., Debackere, K. A new generation of relational charts for comparative assessment of citation impact. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)* **56**, 373-379 (2008).
- 191 Buter, R.K., Noyons, E.C., Van Raan, A.F. Searching for converging research using field to field citations. *Scientometrics* **86**, 325-338 (2011).

- 192 Buter, R., Noyons, ECM., Van Raan, AFJ. A Combination of quantitative and qualitative maps in an evaluative bibliometric context. Eighth International Conference on Information Visualisation **iv**, 978-982 (2004).
- 193 Martinez-Rodríguez, A. Indicadores CIBERmétricos: ¿nuevas propuestas para medir la información en el entorno digital?. ACIMED **14** (2005).
- 194 Bjork, B. C. A study of innovative features in scholarly open access journals. J Med Internet Res **13**, e115 (2011).
- 195 Yan, K.K., Gerstein, M. The spread of scientific information: insights from the web usage statistics in PLoS article-level metrics. PloS One **6**, e19917 (2011).
- 196 Soualmia, L.F., Darmoni, S.J., Le Duff, F., Douyere, M., Thelwall, M. Web impact factor: a bibliometric criterion applied to medical informatics societies' web sites. Stud Health Technol Inform **90**, 178-183 (2002).
- 197 Fell, D. W., Burnham, J. F., Buchanan, M. J., Horchen, H. A., Scherr, J. A. Mapping the core journals of the physical therapy literature. J Med Libr Assoc **99**, 202-207 (2011).

- 198 Directory of open access journals database, <<http://www.doaj.org/>> (2012).
- 199 Shema, H., Bar-Ilan, J.,Thelwall, M. Research blogs and the discussion of scholarly information. PloS One **7**, e35869, (2012).
- 200 Giustini, D. How Web 2.0 is changing medicine. BMJ **333**, 1283-1284 (2006).
- 201 Van Raan, A.F.J. Bibliometrics and internet: some observations and expectations. Scientometrics **50**, 59-63 (2001).
- 202 Producción Científica Universidad de la Coruña, <http://www.udc.es/gobierno/equipo_reitoral/vice_investigacion_e_transferencia/produccion_cientifica/> (2012).
- 203 Producción Científica de la Universidad de Vigo, <http://www.uvigo.es/uvigo_es/investigacion/produccion.html> (2012).
- 204 Producción Científica de la Universidad de Santiago de Compostela, <<http://imaisd.usc.es/seccionproduccion>> (2012)

- 205 Sánchez-Costa, MV., Fernández-Formoso J.A., Muñoz-Barús, JI., Casanueva, F.F. La bibliometría en la valoración de la producción científica: un estudio preliminar. Santiago de Compostela: Meubook (2012).

- 206 Villegas Gracia, M. El Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica. Conferencia del IX Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES), Santiago de Compostela. España, (Jun 12-15 2012).

- 207 Instituto de Salud Carlos III. RESOLUCIÓN del 30 de marzo de 2006, por la que se convocan ayudas destinadas a financiar estructuras estables de investigación cooperativa en el área de la biomedicina y ciencias de la salud acciones CIBER. BOE nº83:13770-7 (2006).

- 208 CIBERobn. Memoria Anual 2010. 143 (Santiago de Compostela, 2011).

- 209 Instituto de Salud Carlos III. Guía de seguimiento y de evaluación de resultados anuales de los Centros de Investigación Biomédica en Red (Instituto de Salud Carlos III, Madrid, 2010).

- 210 Documento de metodología interna de evaluación de la producción científica (CIBERObn, 2010).
- 211 López Piñero, J.M., Terrada, M.L. Los indicadores bibliometricos y la evaluacion de la actividad medico-cientifica. IV. La aplicacion de los indicadores. Med Clin (Barc) **98**, 384-388 (1992).
- 212 Riesenbergr, D., Lundberg, G.D. The order of authorship: who's on first? JAMA **264**, 1857 (1990).
- 213 Trueba, F.J.G., H. A robust formula to credit authors for their publications. Scientometrics **60**, 181-204 (2004).
- 214 Hagen, N.T. Harmonic publication and citation counting: sharing authorship credit equitably - not equally, geometrically or arithmetically. Scientometrics **84**, 785-793 (2010).
- 215 Abbas, A.M. Weighted indices for evaluating the quality of research with multiple authorship. Scientometrics **88**, 107-131 (2011)

SIGLAS

ACP	Análisis de Componentes Principales
AEFO	Acuerdo Específico de Financiación por Objetivos
AES	Acción Estratégica en Salud
ANECA Acreditación	Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación
ANEP	Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva
CACEx	Comité Científico Asesor Externo
CIBER	Centro de Investigación Biomédica en Red
CIP	Costes Indirectos Promedio
CNEAI Investigadora	Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora
CO	Calidad Objetiva
CO-GC	Calidad Objetiva y Gestión Científica
CTER subprograma CIBER	Comisión Técnica de Evaluación de Redes – subprograma CIBER
DOAJ	Directory Access Journals
ENCYT	Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología
FECYT	Fundación Española para la Ciencia y Tecnología

FI x F x A x E x C x CI x S

FI factor de impacto

F filiación

A pertenencia al área temática o alineación

E excelencia

C colaboración con grupos nacionales

CI colaboración internacional

S responsabilidad intelectual

I+D+i Investigación, Desarrollo e Innovación

ICMJE Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas

ISCIII Instituto de Salud Carlos III

ISI Institute for Scientific Information

JCR Journal of Citation Reports

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo
Económico

OIT Unidad de Gestión de la Producción Científica y
Tecnológica de la Oficina de Investigación y Tecnología

OPI Organismo Público de Investigación

RETICS sanitaria	Redes Temáticas de Investigación Cooperativa
SCI	Science Citation Index
USC	Universidad de Santiago de Compostela

